

CORDILLÈRES BÉTIQUES
(ESPAGNE)

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

7^e SÉRIE, TOME II

N° 3

P. 263-362 ; Pl. IX-X

Périodique bimestriel publié avec le concours du Centre national de la recherche scientifique

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ

28, rue Serpente, 6^e

1960

FÉVRIER 1961

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

FONDÉE LE 17 MARS 1830.

Etablissement d'Utilité publique, reconnu par Ordonnance du 3 avril 1832.

Extraits des Statuts.

(Conditions d'admission.)

ARTICLE I. — L'Association dite « Société géologique de France », fondée le 17 mars 1830, a pour objet de concourir à l'avancement de la Géologie en général, et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui même que dans ses rapports avec les Arts industriels et l'Agriculture.

La durée de la Société est illimitée. Elle a son siège social à Paris.

ARTICLE II. — La Société contribue aux progrès de la Géologie par des débats, des publications et par des encouragements (Prix et Fondations).

La Société tient ses séances ordinaires à Paris; en outre, elle peut tenir une ou plusieurs séances extraordinaires dans une région ou sur un sujet qui aura été préalablement déterminé par le Conseil.

La Société publie : un *Compte rendu sommaire des Séances* et un *Bulletin* distribués gratuitement aux membres; des *Mémoires* qui ne sont pas distribués gratuitement aux membres.

La Société forme une Bibliothèque.

ARTICLE III. — Le nombre des membres de la Société est illimité; les Français et les Étrangers peuvent en faire partie. Il n'existe pas de différences entre les membres.

Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres de la Société qui auront signé la présentation, et avoir été proclamé membre dans la séance suivante.

Extraits du Règlement.

(Publications.)

N° 12. — Tous les travaux destinés à l'impression doivent être inédits et avoir été présentés en séance.

N° 13. — L'insertion dans les publications de la Société des travaux présentés par les membres, ou éventuellement par des auteurs étrangers à la Société, est toujours subordonnée à l'avis de la Commission compétente.

N° 14. — Les manuscrits des communications déposés au Secrétariat et non encore publiés ne peuvent être communiqués ou remis, en dehors des membres des Commissions compétentes et des rapporteurs, qu'à leurs auteurs ou aux personnes qu'ils auront autorisées par écrit à en prendre connaissance.

N° 15. — La langue française est seule admise dans les publications de la Société.

N° 17. — L'ensemble des notes par année, d'un même auteur, comptées du 1^{er} avril au 31 mars suivant, ne peut dépasser le total de 16 pages¹, la planche photographique équivalant à 4 pages de texte. Le Conseil peut, par décision spéciale, autoriser la publication de notes plus longues.

1. A la suite du changement de format et de la reproduction de photographies en simili-gravure dans le texte, le Conseil (séance du 2 février 1959) a établi l'équivalence pour le total des notes de chaque auteur à 10 pages du nouveau format; 1 planche en phototypic équivalant à 4 pages de texte; 1 page de simili à 2 pages de texte; les figures en simili, intercalées dans le texte, à 3 fois leur surface.

Avantages accordés aux membres.

Les membres de la Société reçoivent gratuitement le *Compte rendu sommaire des Séances* et le *Bulletin* (statuts, II).

Ils peuvent acheter à la Société : avec une remise de 25 % les *Comptes rendus sommaires*, les *Bulletins*, la *Bibliographie*; avec une remise de 20 % les *Mémoires* de Géologie, de Paléontologie et ceux de la Nouvelle série par mémoires séparés.

Les membres peuvent utiliser le prêt des livres à domicile de la Bibliothèque (sauf les cartes, les traités, les ouvrages rares ou nouvellement présentés).

Cotisations 1960 et 1961 : 35 NF (3 500 fr). Étranger : 40 NF (4 000 fr).

Pour tous renseignements, achats et abonnements, s'adresser impersonnellement au Secrétaire de la Société, 28, rue Serpente, Paris, VI^e.

Chèques postaux : Paris 173-72. Téléphone : Dan. 90-61.

Introduction à la séance sur les Cordillères bétiques

par Michel DURAND DELGA *.

Allongées sur plus de 600 km entre Atlantique et Méditerranée, les Cordillères bétiques constituent un important rameau du système alpin. Leur structure éminemment complexe transparaît déjà à l'examen de la carte géologique au 1 000 000^e d'Espagne, éditée à Madrid, et qui constitue le seul document cartographique d'ensemble de la chaîne. La connaissance de celle-ci n'a pas été l'œuvre d'un jour mais il ne peut être question, ici, de donner le détail de l'apport considérable de faits stratigraphiques effectué dès le XIX^e siècle, principalement par nos confrères espagnols, et dont l'« Explicación » de Lucas Mallada relève l'essentiel.

De cette époque déjà ancienne, dégageons pourtant les noms de nos compatriotes De Verneuil et Collomb, puis, à la suite du terrible séisme d'Andalousie (1889), la « Mission d'Andalousie » animée par Auguste Michel-Lévy, Charles Barrois, Marcel Bertrand et Wilfrid Kilian.

La *signification structurale des Cordillères bétiques*, avec mise en évidence de phénomènes de charriage du type « alpin », apparaît dès le début du XX^e siècle, et notamment dans les travaux de Robert Douvillé (zone de Jaén), ceux de René Nicklès (régions entre Huescar et Alicante), ainsi que dans certaines notes prophétique de Louis Gentil, portant sur les deux rives du détroit de Gibraltar.

Une intense activité régna entre les deux guerres mondiales. Elle fut inaugurée par les publications de M. Paul Fallot sur les Baléares, et particulièrement sur la Sierra du Nord de Majorque. L'importante équipe hollandaise du professeur Brouwer donna ensuite une série de très utiles monographies de l'axe « bétique » des Cordillères, essentiellement constitué de Cristallophyllien et de Trias « alpin », de Motril à Carthagène. Aux deux extrémités de la chaîne, on doit mentionner les études de R. Brinkmann sur l'autochtone prébétique au SW de Valence et celles de J. Gavala y Laborde qui établit

une carte, très remarquable pour l'époque, du SW de l'Andalousie, dont on doit regretter que le texte explicatif n'ait jamais vu le jour.

Pendant la dizaine d'années qui précéda la guerre d'Espagne, une collaboration très fructueuse s'établit entre P. Fallot et notre confrère suisse M. Blumenthal, à la fois dans le Rif et dans le Midi de l'Espagne : le premier exerçant son activité essentielle à l'E de Grenade, le second en Andalousie occidentale, surtout dans la province de Malaga. Des levés géologiques précis, menés sur de très importantes surfaces, ont ainsi été réalisés, ainsi que de nombreuses monographies explicatives. En liaison avec eux, B. Darder Pericas retraçait l'histoire géologique du Levant, entre Alicante et Valence : son mémoire posthume est une source de renseignements objectifs.

Une première *vue d'ensemble des Cordillères* et de leur liaison avec les chaînes d'Afrique du Nord tirait la leçon de cet immense labeur : essais stratigraphiques et paléogéographiques d'abord, par P. Fallot, synthèses structurales de M. Blumenthal et de P. Fallot ensuite.

Les guerres — et leurs suites — amenèrent une interruption de près de vingt ans dans cette activité. La reprise de l'étude de la chaîne fut marquée notamment par les travaux de G. Colom aux Baléares, ceux d'E. Alastrué autour de Jaén. Elle se cristallisa principalement autour de l'Institut géologique et minier d'Espagne, dont l'activité cartographique sous l'impulsion de A. Almela, de J. M. Rios, etc., reste grande dans l'Est des Cordillères, ainsi qu'autour du laboratoire de Géologie de Grenade, dirigé par L. Solé Sabaris d'abord, puis par J. M. Fontboté. Ce dernier a entrepris, avec ses collaborateurs, l'étude des alentours de la capitale andalouse.

Mais le champ des recherches reste immense. Le nouveau stade, nécessaire et parfois ingrat, consiste dans la réalisation d'un grand nombre

* Introduction à la séance du 28 mars 1960.

de monographies, régionales et locales, appuyées par une cartographie de détail. C'est à quoi s'emploie la nouvelle équipe française dans les Cordillères bétiques, animée par M. Paul Fallot, essentiellement autour de son laboratoire du Collège de France.

Cette équipe, mise en place progressivement depuis 1956, et dont les résultats des plus récentes recherches ont été rassemblés ici, travaille en étroite liaison avec nos confrères espagnols, dont certains ont bien voulu contribuer activement à cette séance, ainsi qu'avec l'école hollandaise de l'Université d'Amsterdam — établie sur la transversale d'Almeria — et avec le groupe allemand de l'Institut géologique de Bonn — concentré sur la région de Ronda à Malaga, et que dirigent nos excellents confrères le Professeur Brinkmann et le Dr R. Hoepfner.

Les publications ci-après, à caractère régional, constituent un témoignage d'activité coordonnée. Il ne saurait être question d'y chercher une quelconque tentative de synthèse nouvelle, qui ne pourrait être que prématurée.

Il n'est cependant pas inutile, pour replacer les faits décrits plus loin dans le cadre d'ensemble, de retracer les traits géologiques essentiels des Cordillères bétiques. C'est essentiellement d'après la synthèse de M. Paul Fallot, base dont on ne saurait actuellement se passer, que seront écrites ces lignes.

Le Paléozoïque de la Meseta ibérique, plissé aux temps hercyniens puis pénéplané, est recouvert au Sud-Est entre le haut Guadalquivir et le pays valencien par une série mésozoïque, comprenant du Trias, du Jurassique et du Crétacé, généralement épais, de milieux continentaux ou lagunaires ou marins, mais, dans ce dernier cas, de faciès néritiques (calcaires récifaux) ou côtiers (apports sableux). Sur le Secondaire, vient en discordance légère l'Éocène (le Paléocène restant inconnu), auquel succède l'Oligocène ou parfois le Miocène inférieur-moyen, souvent, lui, franchement discordant.

Cette série autochtone, plissée, parfois écaillée, quelquefois injectée de Trias marno-gypsifère et décollée, comme B. Garcia Rodrigo le montre pour la région au N d'Alicante, constitue le PRÉBÉTIQUE. L'analyse de sa série stratigraphique, par ailleurs assez variable suivant les transversales, est particulièrement aisée dans le Levant : le Jurassique supérieur de la Sierra Mariola, au N d'Alcoy, a en particulier fourni à R. Busnardo et à moi-même des

faunes « récifales » de Madréporaires, savamment déterminés par M. J. Alloiteau, et de Rudistes, dont l'intérêt est souligné par M. G. Astre. Quant à la série tertiaire, elle est bien typique au S de Javea, et J. Magné a bien voulu compléter, par l'analyse micropaléontologique, la coupe de terrain que j'en avais jadis effectuée.

Vers l'Est, les Cordillères bétiques se prolongent évidemment dans les Baléares. Les séries de Majorque, peut-être entièrement « pré-bétiques », et dont P. Fallot et B. Darder ont autrefois étudié la structure, ont révélé à B. Escandell et G. Colom la superposition de plusieurs phases tectoniques échelonnées de l'Oligocène au Miocène supérieur.

Revenant sur le continent, l'on peut s'interroger sur la prolongation occidentale du Secondaire prébétique, qui s'enfonce sous le Tertiaire du bassin du Guadalquivir. Les derniers jalons authentiques en sont observables près de Jaén, où R. Busnardo a pu, après une cartographie méthodique et une fine analyse stratigraphique, préciser les unités structurales, fort complexes, de ce Prébétique occidental.

Au Sud, le Prébétique s'enfonce tectoniquement sous le SUBBÉTIQUE, domaine dont la série stratigraphique est fort différente : Trias beaucoup plus riche en marnes bariolées et en sels, Jurassique calcaire et Crétacé marneux qui, toujours franchement marins, témoignent par leurs faciès et par leurs faunes d'une profondeur beaucoup plus considérable, c'est-à-dire, dans le jargon en usage, d'un géosynclinal : la vie de ce gigantesque sillon, repéré sur toute la longueur de la chaîne, loin de s'éteindre à la fin du Mésozoïque, s'est prolongée pendant tout le Nummulitique, avec généralement continuité de sédimentation du Sénonien à l'Éocène et à l'Oligocène (pourtant souvent légèrement discordant), sous des faciès marneux. Ce Subbétique, complètement décollé et raboté sur le Trias, a été, au cours du Miocène, largement charrié sur le Prébétique, comme P. Fallot l'a définitivement prouvé.

L'image ci-dessus est en vérité trop simple. A mi-chemin de Grenade et de Murcie, A. Foucault montre que le front subbétique comporte un empilement d'unités charriées du Sud au Nord : l'une d'elles, essentiellement composée de marnes et grès du Crétacé moyen, forme une grande « unité intercalaire » entre Prébétique et Subbétique ; R. Busnardo en possède l'homologue au S de Jaén. Cette complexité structurale n'est pas seulement limitée au front subbétique : Y. Peyre au NW d'Antequera,

P. Chauve au SE de Cadix, trouvent aussi dans le Subbétique des superpositions ou des juxtapositions d'unités charriées du Sud au Nord, lardées de Trias marno-gypsifère, et dont les séries stratigraphiques sont plus ou moins différentes entre elles. Dans ce fascicule, ces auteurs se sont attachés à la description lithologique (P. Chauve) ou à la stratigraphie paléontologique (N. et Y. Peyre avec G. Dubar) de leur Jurassique.

Si le Crétacé de ces domaines subbétiques est assez bien connu, le Nummulitique est loin de l'être. J'ai pu autrefois, dans l'E des Cordillères, apporter par la description de nombreuses coupes des éléments nouveaux, qui unis à ceux recueillis plus à l'Ouest permettront de donner, un jour, une vue d'ensemble du Nummulitique. De son côté, M^{lle} Linares a pu, au NE de Grenade, en préciser la composition grâce à une série de microfaunes, dont des Hant-kénines de l'Éocène élevé. Plus à l'Est (Huescar), A. Foucault montre que, dans une unité franchement « subbétique » par sa position tectonique, règnent du Bartonien au Miocène inférieur des faciès de calcaires compacts à grands Foraminifères, dont la situation originelle, certainement très méridionale, ne peut encore être assurée.

Il est donc presque évident que le « Subbétique » comprend en réalité non pas une, mais plusieurs unités élémentaires provenant de la superposition ou de la juxtaposition tectonique de domaines paléogéographiques éloignés à l'origine. Plusieurs sondages, dans le SW de l'Andalousie, en témoignent éloquemment. Notons d'ailleurs que, dans ces régions, la portion la plus méridionale, autrement dit la plus interne, du Subbétique a été nommée *Pénibétique* par M. Blumenthal : l'exacte signification structurale de ce domaine, certainement différent — tectoniquement et paléogéographiquement — du vrai Subbétique, pose d'importants problèmes.

En allant au Sud, nous arrivons au BÉTIQUE *au sens strict*. Les rapports Subbétique-Bétique ne sont pas clairs. Ce dernier, surtout constitué de terrains cristallophylliens et primaires, paraît poussé contre le Subbétique, qu'il « emboutit » littéralement à l'arrière : soit en le chevauchant, soit en s'encapuchonnant sous lui, soit en lui étant simplement anormalement juxtaposé. Pour la clarté de l'exposé, j'exposerai la structure du Bétique en partant du bas de l'édifice.

A la base, la *coupole de la Sierra Nevada*, portant de très hauts sommets, est un gigantesque anticlinal axé E-W, plus ou moins

simple, réalisé au Néogène supérieur, et ayant affecté une énorme série de schistes épimétamorphiques d'âge inconnu (Précambrien ou Paléozoïque, sans trace de plissements sensibles antétertiaires !). Ce complexe, dont P. Fallot, parfois avec M^{lle} Faure-Muret, J. M. Fontboté ou L. Solé, vient de faire l'étude, constitue un autochtone, au moins relatif.

Au-dessus, viennent des gneiss albitiques et des micaschistes, associés à des « roches vertes » transformées, des cipolins et à divers autres faciès métamorphiques, présumés « plus profonds » que ceux de la Sierra Nevada et qui constituent la *Mischungzone* (ou *Mengzone*) des Hollandais. Le débat sur son âge et sa signification structurale (couverture, sous des faciès spéciaux, initialement feldspathiques et carbonatés, des schistes sous-jacents de la Sierra Nevada ; ou nappe indépendante comprenant du Mésozoïque métamorphique, etc.) est loin d'être clos.

Quoi qu'il en soit, la « *Mischungzone* », enveloppe de l'« autochtone » de la Sierra Nevada, s'enfonce de toutes parts sous le DOMAINE ALPUJARRIDE. Celui-ci comporte une sole de Cristallophyllien surmontée, sans discordance appréciable — et peut-être en continuité ! — par du Trias, parfois épimétamorphique (« phylites violacées » à la base, dolomies plus ou moins calcareuses à Diplopores, très puissantes, plus haut), nettement différent du complexe gypsifère contemporain, « subbétique ». Les Alpujarrides, dont l'analyse essentielle reste due aux travaux des élèves du Professeur Brouwer, sont constituées par un empilement de plusieurs nappes de charriage élémentaires, dont la définition et la distinction ne paraissent pas toujours très claires (voir les travaux de J. P. Copponex, 1959, autour de Motril).

M^{lle} S. Duplaix, en s'appuyant sur l'étude minéralogique des « konglomeratische Mergeln », curieux horizons intercalés à la fois dans la « *Mischungzone* » et dans la base des Alpujarrides, précise plus loin, en compagnie de M. Fallot — qui analyse leurs conditions de gisement — certains aspects de ces difficiles questions.

Vers l'Ouest, suivant M. Blumenthal, les nappes alpujarrides (ou certaines d'entre elles) s'enfoncent sous un élément structural, actuellement supérieur, qui est la NAPPE DE MALAGA. La constitution lithologique et stratigraphique de cette grande unité, dont on commence à entrevoir la nature structuralement composite, est très particulière pour l'Espagne, mais rappelle, trait pour trait, celle du domaine kabyle d'Algérie ou celle du Rif interne du Maroc : socle

gneissique (certainement du Paléozoïque ancien) avec des roches carbonatées et des péridotites-serpentine, d'âge, d'origine et de signification structurale encore obscurs (à l'étude par M. Trac); ces gneiss passent vers le haut à des micaschistes puis à des phyllades épimétamorphiques. On note aussi un Primaire récent, non métamorphique, où Gothlandien, Dévonien et Carbonifère ancien sont repérés sous des faciès surtout schisteux mais souvent aussi gréseux ou calcaireux. Puis, sans discordance fondamentale, vient le Permo-Trias, suivi d'un Jurassique, d'un Crétacé et d'un Éocène, réduits en épaisseur et dont les rapports structuraux avec leur substratum paléozoïque ne sont pas simples. Pour J. Azéma, qui étudie les abords orientaux de Malaga, il s'est produit un puissant écaillage de cette « couverture », par ailleurs entièrement désolidarisée du socle primaire et qui pourrait même, à mon sens, provenir — tectoniquement — d'un domaine plus méridional.

Rappelons qu'au NW de Malaga, dans les Rondaïdes, M. Blumenthal a justement vu la réapparition des Alpujarrides, sous le front de la nappe de Malaga qui, ici, arrive à chevaucher la partie interne du Pénibétique. Ces Rondaïdes ont été définies de Carratraca à l'E d'Algatocin. M. Stefan Dürr et M. Hoepfner ont mis en évidence (*in litt.*), beaucoup plus au Sud-Ouest, vers Casares, une série permo-triasique (?) comparable, épimétamorphique, dans une position structurale identique à celle des Rondaïdes. La signification de ces diverses unités reste à établir.

Le problème est rendu très difficile par suite de l'existence de « flyschs », essentiellement crétacés et nummulitiques, dans la zone de contact entre Rondaïdes, Pénibétique et front septentrional de l'unité de Malaga. Ce manteau, considéré jusqu'à maintenant comme une couverture discordante, essentiellement post-orogénique, est en réalité extraordinairement complexe.

Ces « Flyschs », qui constituent en particulier tout le Campo de Gibraltar, s'appuient à l'Est, entre Estepona et Gaucin, sur le Paléozoïque de Malaga. J. Didon, qui a entrepris leur analyse, en étroite liaison avec mes propres travaux sur la rive opposée du canal de Gibraltar, y observe la superposition de plusieurs

grandes unités charriées, dans lesquelles le Trias n'intervient pas. Cette différence fondamentale avec les nappes subbétiques (et avec les nappes pré-rifaines du Maroc) s'explique aisément si l'on admet, avec lui, l'origine « ultra-bétique » — de quelque part sous l'actuelle Méditerranée — de la plupart de ces Flyschs, à l'image de ce que j'ai proposé en 1956 pour les Flyschs « ultra-kabyles » d'Algérie, et en 1958-1959 — en collaboration avec M. Mattauer — pour les Flyschs « ultra-rifains » du Maroc.

Vers le Nord-Ouest, l'unité la plus élevée du Campo de Gibraltar — l'« unité de l'Aljibe » de J. Didon — surmonte le domaine subbétique, lardé de Trias, de la région d'Alcalá de los Gazules, objet des études de P. Chauve, qui en révèlent l'extraordinaire complexité.

Nappe de Malaga et nappes des Flyschs, bien que poussées et déplacées du Sud au Nord (ou du Sud-Est au Nord-Ouest, à l'aile occidentale) comme tout l'édifice bétique, constituent en Andalousie des homologues de certaines grandes unités de Berbérie, poussées et déplacées, elles, vers le Sud-Ouest (partie nord du Rif) ou, plus généralement, vers le Sud. A la rigueur, l'on peut aussi voir dans le « géosynclinal subbétique » le prolongement (coudé au niveau de Gibraltar), ou l'homologue, du « géosynclinal tellien-prérifain », le Prébétique devenant le symétrique du Causse moyen-atlasique du Maroc et des Hautes-Plaines (bâti « présaharien ») d'Algérie.

Voilà achevé l'examen rapide du cadre des Cordillères bétiques. Déjà, de nombreux faits nouveaux permettent de corriger sérieusement ou de compléter l'image classique, due au gigantesque labeur de nos grands devanciers et, parmi eux, singulièrement, M. Blumenthal et P. Fallot, à qui cette séance spéciale sur les Cordillères bétiques se doit d'être dédiée.

Au cours de l'impression de ce *Bulletin* est survenue la douloureuse nouvelle de la mort du professeur Paul Fallot. La lecture des travaux présentés plus loin, qui sont — pour l'essentiel — l'œuvre de ses disciples, directs ou indirects, prouvera que le flambeau de la recherche géologique dans les Cordillères bétiques, qu'il a longtemps tenu si haut, continuera de luire, à sa mémoire, en perpétuant son nom.

Sur l'existence de diverses phases de plissements alpins dans l'île de Majorque (Baléares)

par Bartolomé ESCANDELL et Guillermo COLOM*.

Sommaire. — Les auteurs mettent en évidence, à Majorque, une phase de plissement au cours même du Burdigalien, alors qu'on connaissait seulement jusqu'à présent une phase intra-oligocène et une phase post-burdigalienne (paroxysmale). Le sens des poussées tangentielles est extrêmement variable, même pour une phase tectonique déterminée : du SE au NW, de l'W à l'E, du SW au NE. Pour illustrer ces faits, les auteurs donnent une description géologique détaillée de la péninsule d'Alcudia.

Les recherches géologiques que nous avons entreprises depuis quelques années dans l'île de Majorque, afin d'en achever la cartographie géologique, nous ont fourni de nouveaux faits en ce qui concerne la tectonique de la Grande Baléare et ses phases de contractions tangentielles.

D'une manière assez vague, on connaissait à Majorque l'existence de mouvements tangentiels d'âge oligocène, postérieurs à la transgression marine des couches à *Nummulites intermedius-fichteli*, ainsi que l'atteste l'importante série continentale aquitanienne, composée d'éléments principalement détritiques. Après cet épisode, on ne connaissait que l'importante phase post-burdigalienne qui engendra la Sierra Norte.

Aujourd'hui, tout nous semble plus complexe : l'orogénie alpine dans les Baléares se traduit, sans aucun doute, par une succession compliquée de mouvements échelonnés, survenus en des moments distincts depuis l'Oligocène élevé, comme il a déjà été indiqué, jusqu'aux plus récents, du début de l'Helvétien.

La carte ci-joint indique le sens des poussées tectoniques observées dans les différentes zones plissées. En voici la description.

1. SENS DES POUSSÉES TECTONIQUES A MAJORQUE (fig. 1). — Dans la Sierra Norte et dans la zone d'Arta, les poussées tectoniques ont une orientation SE-NW : il en résulte diverses séries charriées, d'âge post-burdigalien.

Au pied de la Sierra Norte, il existe une large zone qui s'étend de la baie de Palma à celle

d'Alcudia. Cette zone, couverte de Quaternaire, est une aire de subsidence qui comporte d'énormes épaisseurs de sédiments dont l'âge est compris entre le Miocène et le Quaternaire.

Dans la zone de Son Fe-Alcudia, les poussées datées du Burdigalien inférieur sont orientées W-E. Dans cette région, nous avons pu vérifier l'existence de Burdigalien marin transgressif (formé de marnes sableuses et de grès fins) sur les plis plus anciens qui déterminent les montagnes de Son Fe, Son San Martin, Cabo Pinar, etc. Cependant les conglomérats de base de la transgression burdigalienne, bien caractérisés par leurs Scutelles et Clypeâstres, sont impliqués dans ces plis, dont l'âge est ainsi établi avec certitude.

Dans la montagne de Santa Magdalena, aux environs d'Inca, les directions principales des poussées sont orientées du SE vers le NW, mais les directions correspondant à des poussées de l'W à l'E abondent. Ces contractions tectoniques semblent s'être produites aussi au Burdigalien inférieur.

Dans la zone de Marratxi, on peut observer une série charriée, formée de cargneules couronnées de dolomies grises, très broyées, qui reposent sur une série inférieure dans laquelle on peut distinguer les étages suivants : Albien, Stampien marin transgressif à Miliolidés, Aquitanien continental et Burdigalien marin. Dans cette zone, la direction la plus générale des poussées est N 45° W ; de ce fait, il semble que

* Note présentée à la séance du 28 mars 1960.

les efforts tectoniques aient possédé la même direction que ceux de la zone Felanitx-Manacor, et que leur âge soit post-burdigalien.

Dans la zone centrale de Sineu-Porreras, les poussées, qui ont donné lieu à de nombreuses

séries ou combinaisons structurales, sont dirigées SE-NW d'une manière générale ; il n'est pas rare toutefois d'observer des directions qui obéissent à des efforts de l'E à l'W et aussi du SW au NE. Mais, dans cette zone également,

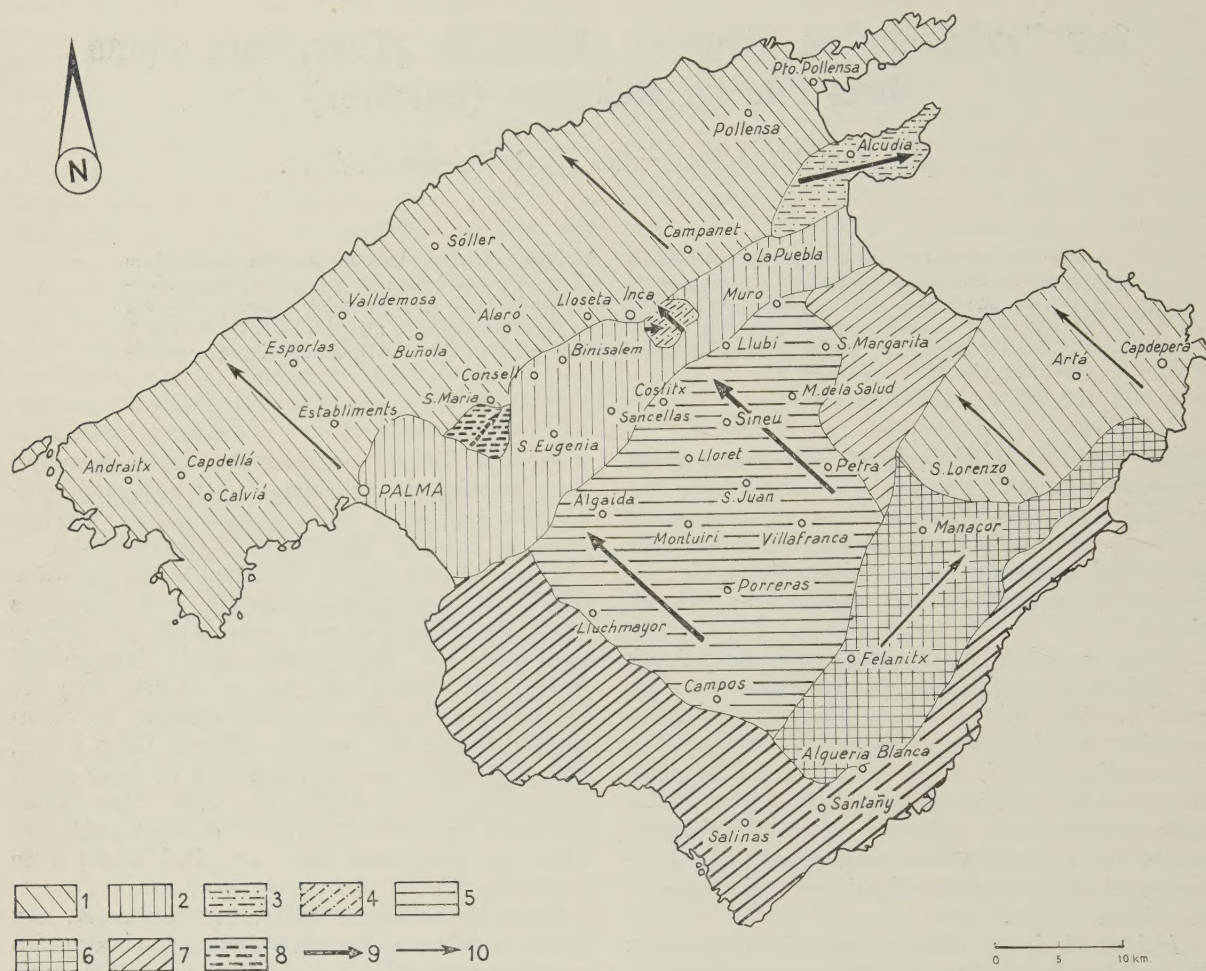


FIG. 1. — Sens des poussées tectoniques tertiaires à Majorque.

- 1 : plissements post-burdigaliens SE-NW ; 2 : zone subsidente au Miocène et au Quaternaire ; 3 : plissements burdigaliens, W-E ; 4 : plissements irréguliers, SE-NW et W-E, d'âge burdigalien, des collines de Santa Magdalena, près Inca ; 5 : plissements, en grande partie burdigaliens, SE-NW, mais parfois W-E ; 6 : plissements post-burdigaliens, surtout SW-NE ; 7 : Vindobonien tabulaire ; 8 : plissements burdigaliens, SW-NE.

le Burdigalien marin, composé de marnes sableuses et de grès, est transgressif sur les plis qui, en certains points, intéressent les conglomérats à éléments gréseux de la base de la transgression burdigalienne, comme dans la zone d'Alcudia. Nous pouvons affirmer de ce fait que les charriages de cette zone eurent lieu vers le début du Burdigalien.

Dans la zone de Felanitx-Manacor appa-

raissent diverses écaïlles poussées du SW au NE, dont le charriage est post-burdigalien.

Il reste la partie sud et sud-est de l'île, ainsi que la zone, que limite la partie centrale de la baie d'Alcudia, dont la couverture non plissée de Miocène et de Quaternaire horizontaux nous cache la disposition tectonique.

Au moment où nous écrivons ces lignes, les renseignements que nous avons sur la zone

centrale de l'île ne sont pas aussi complets que nous l'aurions souhaité. Aussi voulons-nous exposer seulement un premier aperçu d'ensemble sur la complexité du problème orogénique de Majorque. Toute l'île, en effet, y compris la région centrale, recouverte en grande partie par la transgression helvétique et par un épais revêtement d'alluvions quaternaires, est tout aussi plissée que les montagnes principales.

De ce fait, nous décrirons seulement avec quelque détail le secteur montagneux que nous connaissons le mieux : celui des montagnes de la région d'Alcudia, où nous avons eu la preuve manifeste de l'existence d'une nouvelle phase de plissements du début du Burdigalien.

2. SUR LA STRUCTURE DE LA RÉGION D'ALCUDIA (fig. 2 et 3). — Dans un travail paru en 1949, l'un de nous (G. C.) a entrepris de débrouiller la tectonique de cette zone, en commençant par la région du cap Pinar. Mais le travail resta inachevé, à cause des difficultés que soulevèrent son interprétation. Il vient d'être repris : l'étude des alignements montagneux qui s'observent au Sud de la route de Palma à Alcudia, à partir du km 45, montre un dispositif structural extrêmement intéressant et complexe, dont nous avons fini par avoir la clef de l'interprétation (fig. 2).

Du point de vue morphologique, ces reliefs paraissent orientés suivant les axes tectoniques des montagnes voisines, qui sont des éléments de la Sierra Norte : c'est du moins ce que l'on avait cru jusqu'alors. Cette apparence ne correspond pas, il s'en faut, à la réalité. Lorsqu'on les étudie en détail, sur une base topographique à grande échelle qui permet d'effectuer un lever géologique précis, on voit que toutes les strates des collines de Son Fe, Son San Martin, etc., ont une direction approximativement N-S, et que les charnières de leurs plis sont clairement inclinées vers l'Est, de sorte que ces directions sont sensiblement perpendiculaires à celles que montrent les éléments voisins, situés au Nord de la route et qui appartiennent à la Sierra Norte.

La complexité structurale de ces plis est très grande : ils sont violemment froissés et certains détails locaux sont difficiles à élucider. Mais ils s'intègrent tous dans la conception d'un grand pli déversé et couché vers l'Est, c'est-à-dire vers les baies d'Alcudia et de Pollensa. Toute la série secondaire du Trias jusqu'au Jurassique supérieur (avec un puissant Dogger) est représentée dans ces collines. Partiellement conservés dans les fonds des plis syn-

clinaux, on trouve des conglomérats et des grès appartenant au Burdigalien qui, comme nous l'avons indiqué plus haut, contiennent des restes de Scutelles et de Clypeâstres.

La longue péninsule du cap Pinar montre un dispositif analogue, encore que les grands plis couchés de cette région conservent encore une partie des dépôts néocomiens que nous n'avons pu déceler dans la zone de Son Fe. Les grands plis qui affectent les calcaires secondaires du cap Pinar ne sont ni rompus ni écaillés comme le sont ceux du cap Formentor qui sont situés en face : ils sont au contraire souplement unis entre eux et complets, bien que fortement affectés par des contractions extrêmement violentes [Colom, 1949]. De ce fait, la structure tectonique de ces deux péninsules si voisines apparaît très différente.

Toute la région qui avoisine les montagnes ci-dessus mentionnées d'Alcudia, et surtout de Son Fe et Son San Martin, est formée de vastes étendues alluviales occupées par des champs de céréales. Grâce aux nombreux puits creusés dans ces formations pour la recherche de nappes aquifères, ainsi que grâce aux affleurements de surface, nous avons pu vérifier l'existence de larges affleurements de marnes burdigaliennes, en général sableuses. Leur étude a montré que cette formation marneuse est transgressive sur les reliefs de Son Fe, Son San Martin, etc., et que de plus elle est légèrement ondulée sous l'effet de plissements postérieurs (certainement post-burdigaliens).

On peut conclure de tout ceci qu'il y eut un premier plissement, d'âge burdigalien, qui n'affecta que les premiers dépôts détritiques transgressifs : dans ce cas d'Alcudia, les efforts tectoniques correspondant à cette première phase sont orientés de l'W vers l'E, et non vers le NW. Comme nous l'avons déjà indiqué, dans la zone de Porreras-Sineu, et aussi dans celle de Santa Magdalena, l'âge des charriages est le même que dans la zone d'Alcudia, mais leur direction est différente.

Pour ces motifs, nous devons distinguer à Majorque *une phase de plissements survenus au cours même du Burdigalien et principalement au début de cet étage*. Les poussées, venant tantôt de l'W, tantôt du SE, ont produit dans la péninsule d'Alcudia des plis dont les axes sont actuellement exactement perpendiculaires à ceux qui naîtront plus tard — les plissements post-burdigaliens et helvétiques — qui prédominent dans la Sierra Norte et dans la zone d'Arta-Capdepera, comme nous l'avons déjà annoncé.

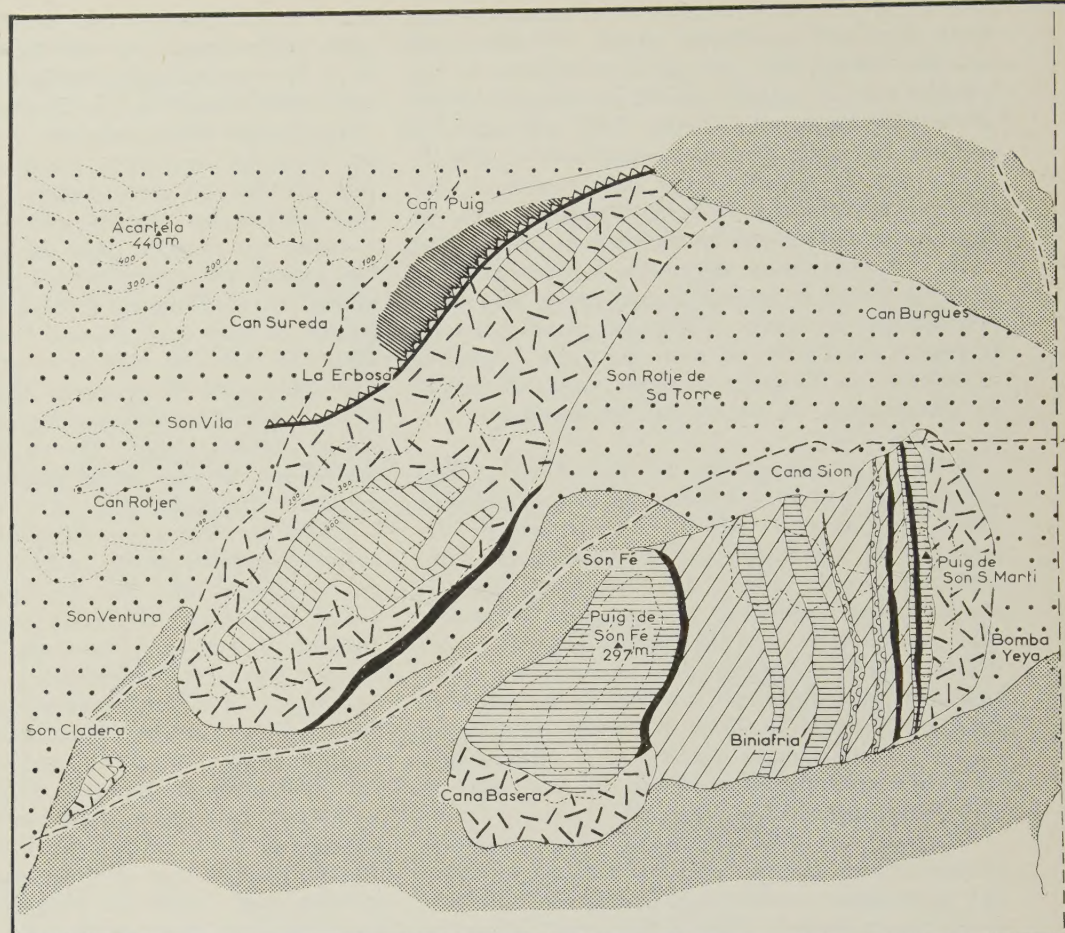


FIG. 2. — Carte géologique sommaire

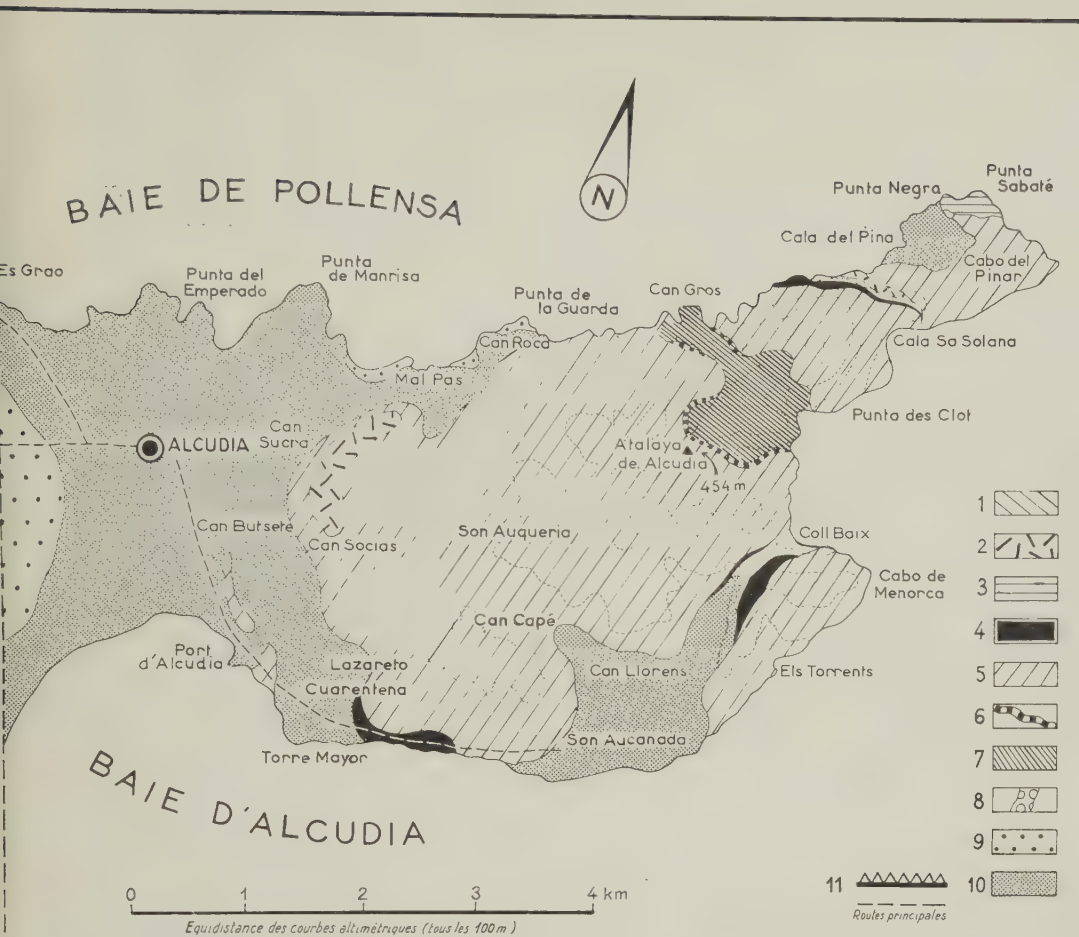
1 : dolomies du Trias ; 2 : Trias ; 3 : Lias inf. ; 4 : Lias moyen ; 5 : Dogger et Malm ; 6 : Tithonique ; N. B. : Le secteur situé au NW de la route Son Cladera-Can Puig montre

Tout ceci nous démontre la complexité de l'orogénie alpine à Majorque et nous conduit à reconnaître, avec toutefois une certaine marge de doute, trois phases de contractions tangentielles : la première à la fin de l'Oligocène, une autre au cours de la transgression du Burdigalien, et la dernière post-burdigalienne, qui paraît la plus importante et qui a donné à l'île son relief définitif. Mais le fait principal que révèlent ces nouvelles observations est le contraste que présentent les directions des plis d'âge burdigalien par rapport à ceux de la phase orogénique post-burdigalienne.

L'étude stratigraphique du Tertiaire majorquin, à laquelle nous avons récemment apporté des compléments, apparaît comme particulièrement intéressante : formations lagunaires, largement étendues, déposées au cours des temps

ludiens à stampiens, importants dépôts de conglomérats aquitaniens qui révèlent une puissante érosion continentale à cette époque, avec apport de galets roulés à Orbitolines ou à Trocholines empruntés aux formations urgoniennes (Aptien) d'Ibiza ou aux faciès néritiques, également aptiens, de Minorque : c'est-à-dire des régions les plus proches où de tels sédiments se rencontrent *in situ*. D'après nos dernières recherches, tous les grands bancs de conglomérats aquitaniens, de Selva jusqu'à Andraitx (Sierra Norte), contiennent des galets de calcaires à Orbitolines : parmi celles-ci, il en est de grandes et plates, voisines d'*Orbitolina concava*, et donc d'âge cénomanien (?).

Notons également l'existence d'un vaste épisode laguno-lacustre à la suite de la transgression burdigalienne, c'est-à-dire au Burdigalien su-



de la région d'Alcudia (Majorque).

7 : Néocomien ; 8 : Burdigalien plissé ; 9 : Burdigalien marneux transgressif ; 10 : Quaternaire ; 11 : contact anormal.
des terrains variés, le figuré « Burdigalien » ayant été mis par erreur.

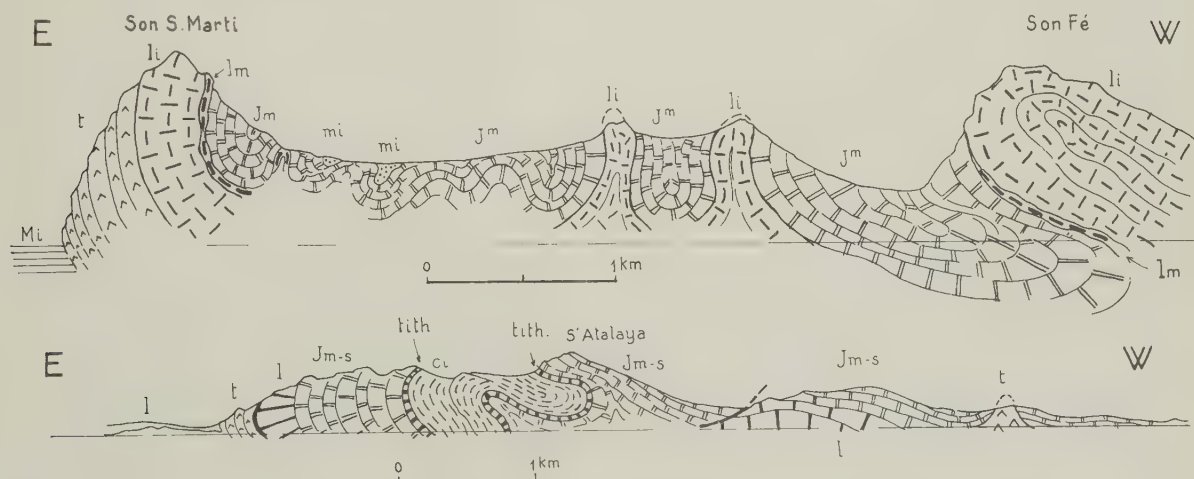


FIG. 3. — Coupes structurales dans la péninsule d'Alcudia (Majorque).

périeur [Oliveros, Escandell et Colom, 1959].

Tout ceci tend à prouver l'existence de vastes terres émergées au Nord et à l'Est de l'aire majorquine, en relation possible avec la région paléozoïque de Minorque. Il semble que les plis burdigaliens résultant d'une poussée vers l'Est vinrent se heurter au massif émergé plus oriental, résidu ou fragment de l'ancienne « Tyrrhé-

nide » en voie de disparition à ce moment. Puis, une fois déposés les sédiments burdigaliens et éteinte la phase orogénique qui les affecta, la paléogéographie des Baléares changea complètement.

Telles sont les nouvelles notions auxquelles nous sommes arrivés jusqu'à présent. Nous espérons les parfaire au cours de cette année.

Bibliographie.

COLOM G. (1949). — La geología del Cabo Pinar, Alcudia (Mallorca). *Bol. Soc. esp. Hist. nat.*, t. extr. 1946, p. 361-389.

DARDER B. (1925 a). — La tectonique de la région orientale de l'île de Majorque. *B. S. G. F.*, (4), XXV, p. 245-278.

— (1925 b). — Estudio geológico de Sineu y Puig de Sant Onofre (región central de Mallorca). *Trab.*

Mus. nac. Cienc. nat., Madrid, ser. geol., nº 34.

FALLOT P. (1922). — Étude géologique de la Sierra de Majorque. Paris, Béranger éd., 480 p.

OLIVEROS J. M., ESCANDELL B. et COLOM G. (1959). — Nota preliminar sobre el hallazgo de lechos lacustres del Burdigaliense superior en Mallorca, *Notas y Com. Inst. geol. y min. España*, nº 55, p. 33-38.

Sur la structure du Nord de la province d'Alicante (Espagne)

par Bernardo GARCIA-RODRIGO*.

Sommaire. — La structure tectonique de cette partie des Chaînes bétiques comporte des plis et des failles. Les caractères des premiers ont été étudiés par plusieurs auteurs ; leurs résultats, parfois contradictoires, sont examinés à la lumière des nouveaux faits d'observation. Les failles ont été assez négligées jusqu'à présent dans cette région-là. Leur répartition et leurs caractères montrent des traits réguliers que l'auteur tâche de mettre en relief.

Un essai d'interprétation mécanique de cette structure, en accord avec les données géologiques régionales, termine cette note.

DONNÉES GÉNÉRALES. — Cette note porte sur les unités orographiques et géologiques situées au Nord de la petite ville d'Ibi. Elles se prolongent vers les chaînons dits Sierra d'Aitana et Puig Campana, jusqu'à la limite septentrionale de la province d'Alicante.

Les terrains représentés dans cette région¹ appartiennent : au Trias, qui joue un rôle spécial et est constitué par des argiles et des marnes gypsifères bigarrées, attribuables au Keuper ; au Jurassique, avec un seul affleurement sûr, à La Querola, dans l'extrémité orientale de la Sierra Mariola ; au Crétacé, bien développé, et au Tertiaire inférieur (y compris le Burdigalien), bien développé aussi. Tout cet ensemble a été fortement plissé et cassé. Il existe, aussi, plusieurs termes du Néogène et du Quaternaire. Bien que les premiers montrent des déformations et des accidents localement importants, ils apparaissent comme étant nettement postérieurs aux plissements majeurs, et, en fait, ils comblent des dépressions allongées qui se sont individualisées à la suite de ceux-ci.

L'ensemble Mésozoïque-Tertiaire inférieur forme des plis orientés WSW-ENE qui montrent, cependant, quelques inflexions importantes : quelques-unes (chaînons du Carrascal d'Alcoy, de Corbó-Carrasqueta, de Els Plans) vers le Nord, d'autres (Sierra de Serrella-Xortà, Sierra d'Aitana), vers le Sud. Tous ces plis sont très asymétriques et montrent un très net déversement vers le Nord.

Les plis ne sont nullement les seuls accidents importants. Les failles y sont nombreuses et leur portée est bien loin d'être négligeable.

Ces failles, pour la plupart, n'ont point une distribution chaotique, mais peuvent être facilement groupées en trois systèmes : 1) failles inverses, sur les flancs septentrionaux des anticlinaux ; 2) failles normales, dans les flancs opposés de ces plis ; 3) failles de décrochement, très importantes en général. Les failles des systèmes 1 et 2 ont des directions parallèles aux axes des plis. Celles des failles de décrochement 3 forment des angles très voisins de 60° avec les axes des plis. Il faut aussi noter que les rejets totaux de certaines de ces dernières failles peuvent montrer des composantes verticales non négligeables, soit parce qu'elles ont évolué en failles normales, soit que ces composantes aient été synchrones des mouvements horizontaux. Quelques-unes de ces failles de décrochement, nombreuses et de faible rejet pour la plupart, atteignent une importance considérable, comme il arrive à celle, très importante, du ravin de la Batalla (S d'Alcoy)-les-Florencies-Ancrusa. D'autres exemples remarquables peuvent être cités : Pinar d'Asensi, Serreta, Penáguila et, probablement, au col d'Alcoletge.

Le jeu de ces failles a donné lieu à un morcellement multiple des unités de la structure plissée. Les décrochements ont déplacé des fragments suivant les directions N-S, ou WNW-ESE. Les composantes ayant accompagné ou suivi ceux-là, en outre, ont provoqué des soulèvements

* Note présentée à la séance du 28 mars 1960.

1. GARCIA-RODRIGO B. (1959) : Sur la tectonique de la chaîne prébétique au S d'Alcoy (Espagne). *C. R. somm. S. G. F.*, p. 63-64.

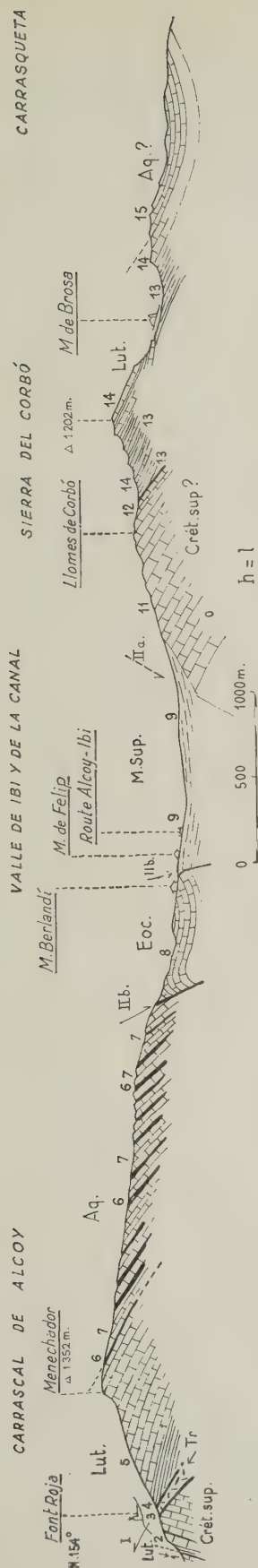


FIG. 2. — Coupe géologique du Nord de la province d'Alicante.

1 : calcaires à petites Nummulites et marnes vertes (base du Lutétien); 2 et 10 : marno-calcaires; 3 : calc., marnes et grès du Maestrichtien; 4 et 13 : marnes verdâtres à Nummulites; 5 : calc. en dalles et bancs à Nummulites; 6 et 7 : calc. gréseux alternant avec marnes jaunes; 8 : calc. en minces bancs à petites Nummulites; 9 : marnes grises ou blanchâtres (« Pontien » supérieur marin); 11 : calc. gréseux jaunâtre avec interc. de marno-calcaires; 12 : calc. en minces bancs; 14 : calc. clairs stériles; 15 : marno-calcaires.

PRINCIPAUX RÉSULTATS DES TRAVAUX ANTÉRIEURS. — R. Brinkmann² a interprété cette région, qu'il appelle « Bétique externe », comme un pays jurassien de structure simple, formé par des plis à directions uniformes, généralement faillés. D'après cet auteur, la couverture aurait été décollée et plissée indépendamment de son substratum. Elle constituerait donc un ensemble de plis de couverture typiques glissés sur un socle, à la manière d'une « Abscherungsdecke » bien que moins disloquée, toujours d'après le dit auteur, que celle du Jura.

P. Fallot³ place la région qui fait l'objet de cette note dans le Prébétique, quoique sans écarter complètement la possibilité que des éléments subbétiques puissent aussi y être représentés. Prébétique et Subbétique diffèreraient d'abord par leurs faciès et séries stratigraphiques : faciès surtout néritiques et continentaux, et fréquentes lacunes, dans le premier; faciès pélagiques, bathyaux, depuis le Lias moyen jusqu'au Maestrichtien, et continuité sédimentaire (ou presque) pendant le Mésozoïque, dans le Subbétique. Différences d'ordre tectonique aussi : faible régularité des directrices, compartimentation extrême en des unités souvent difficiles à raccorder, et charriages frontaux importants dans la région subbétique; unités autochtones et parautochtones plus régulières et continues dans la région prébétique. Ceci n'empêche pas l'existence d'imbrications et écaïlles empilées par endroits, et des décollements d'ensemble évoquant l'« Abscherungsdecke » du Jura, tout au moins à certains égards.

Plus différentes sont les conclusions de B. Darder⁴, restreintes d'ailleurs à l'extrémité orientale de ces chaînes où se trouve précisément la zone, objet de mon travail. Les unités les plus septentrionales, jusqu'aux Sierras d'Agullent et de Benicadell, seraient affectées par des imbrications et des chevauchements locaux enracinés à faibles distances; cet ensemble constituerait ce qu'il appelle l'autochtone. Celui-ci serait bordé au Sud-Sud-Est par un « parautochtone » qui s'étendrait jusqu'au bord sud de la vallée d'Alcoy. Cette unité comporterait des imbrications, des chevauchements à surfaces très peu inclinées et, même, de véritables charriages; elle appartiendrait déjà au Subbétique externe. Les formations du « Flysch » du Sud de la Sierra Penáguila feraient partie du Subbétique interne. Or, toujours d'après Darder, l'ensemble du Nummulitique, avec du Crétacé subordonné, formerait une véritable nappe de charriage, dénommée « nappe d'Aitana », laquelle aurait une origine encore plus interne et appartiendrait à la zone pénibétique. À son tour, le Puig Campana serait un témoin d'une autre nappe de provenance encore plus méridionale.

À des nuances près, les interprétations de Brinkmann⁵ et de P. Fallot s'accordent assez bien avec mes observations dans

2. BRINKMANN R. (1931) : Betikum und Keltiberikum im Südostspanien. *Beitr. Geol. westmedit. Gebiete*, n° 6, p. 749-855, 32 fig., 7 tabl.

3. FALLOT P. (1945) : Estudios geológicos en la zona subbética entre Alicante y el Río Guadiana Menor. *Mem. Inst. « Lucas Mallada »*, 720 p., 284 fig., 11 pl. — (1948) : Les Cordillères bétiques. *Est. geol.*, n° 8, p. 33-172, 12 fig., 3 pl.

4. DARDER B. (1945) : Estudio geológico del Sur de la provincia de Valencia y Norte de la de Alicante. *Bol. Inst. geol. y min. España*, t. LVII, 2 fasc.

5. BRINKMANN R. (1931) : *Op. cit.* — BRINKMANN R. et GALLWITZ H. (1933) : Der betische Aussenrand in Südost-Spanien. *Beitr. Geol. west. Medit. Gebiete*, n° 10, 95 p., 22 fig., 3 pl.

la zone que j'ai étudiée. En ce qui concerne les accidents de plissement, mes résultats sont aussi très voisins de ceux de ces auteurs ; mais j'ai cru, en outre, que le rôle des failles devait être davantage souligné.

Par contre, aucune de mes observations sur le terrain ne me permet d'adhérer aux conceptions de Darder sur l'existence de charriages de quelque importance.

ESSAI D'INTERPRÉTATION. — Comme il a été écrit ci-dessus, en ce qui concerne les accidents de plissement, mes résultats ont été essentiellement analogues à ceux de Brinkmann et de Fallot. Il serait donc inutile de nous en occuper ici, sauf en ce qui concerne leurs rapports avec le développement des accidents cassants.

De l'analyse des différents éléments structuraux de cette zone, il ressort que l'ensemble supratriasique (Burdigalien compris) a subi un mouvement à peu près tangentiel vers le Nord-Nord-Ouest. Ce mouvement de translation, et compression relative, expliquerait les faits d'observation suivants : *a*) asymétrie des plis et leur déversement vers le Nord-Nord-Ouest ; *b*) fractures longitudinales affectant les plis, les unes à pendage de composante nord, les autres à composante sud, les dernières à surfaces inclinées environ à 30°, ayant fonctionné comme de véritables failles inverses ; *c*) éjection des matériaux du Keuper par certaines de ces failles ; *d*) nulle part, pas même dans les noyaux anticlinaux les plus érodés, n'apparaissent des matériaux plus anciens que le Trias supérieur. L'ensemble supratriasique, d'ailleurs comme il avait été suggéré par les auteurs précédents, semble donc bien décollé, et avoir glissé sur son substratum ou socle, grâce au rôle lubrifiant joué par les matériaux tendres salifères du Trias supérieur.

Essayons maintenant de reconstituer, bien que de façon forcément très simplifiée, le mécanisme de la formation des failles ⁶.

Les failles inverses, passant à des chevauchements ⁷, se seraient développées par suite des contraintes vers le Nord-Nord-Ouest, auxquelles la couverture est soumise. La pression principale maximale aurait donc une direction NNW-SSE et serait proche de l'horizontale. La pression principale minimale correspondrait alors aux poids des terrains et serait de ce fait verticale. Dans ces conditions, des plans conjugués de cassure à direction ENE-WSW et inclinés au maximum de 45° peuvent apparaître, selon des principes mécaniques bien connus.

En fait, on ne trouve représentés, dans la région objet de cette note, que ceux dont le pendage se fait au Sud-Sud-Est.

Les failles de décrochement, à peu près verticales, se seraient aussi produites lorsque la pression principale maximale correspondait toujours à la poussée vers le Nord-Nord-Ouest. Mais l'état de contrainte était différent en ce sens que la pression principale minimale n'était plus verticale, mais horizontale et normale à la poussée, tandis que la pression principale médiane se place suivant la verticale. Ce changement suggère que la cohésion des terrains de la couverture suivant l'horizontale, qui était supérieure à la pression lithostatique, ne le serait plus, probablement à cause des inévitables différences d'avancée, suivant les points, dans l'ensemble de la couverture, par ailleurs en train de se plisser aussi. Quoi qu'il en soit, certains plis tout au moins devaient être en fait bien formés lorsque les décrochements se sont produits, car, comme je l'ai déjà signalé, on en voit qui sont nettement coupés et déplacés par ceux-ci. Ces décrochements, d'accord avec les conditions mécaniques évoquées plus haut, ont une direction qui forme un angle de 60° à peu près avec l'orientation générale des axes des plis qui est ENE-WSW. Or, comme il arrive aussi dans le Jura plissé, seul un des deux systèmes de réseaux conjugués possibles s'est bien développé dans ces montagnes d'Alicante : celui de direction approximativement WNW-ESE. Je noterai enfin que le régime de ces décrochements est *dextrorsum*, de sorte que la couverture, occupant une aire raccourcie par rapport à l'originelle, en direction NNW-SSE, grâce aux plis et aux failles inverses et chevauchements, se serait un peu étendue suivant la direction générale qu'ont ces accidents.

Les failles normales semblent être plus tardives. Leur développement se serait fait dans un état de contrainte très différent des deux précédents, la direction de pression maximale étant maintenant verticale. Cela signifierait que la couverture était soumise à des efforts de

6. ANDERSON E. M. (1951) : The dynamics of faulting. Edinburgh, Oliver et Boyd, 206 p., 39 fig. — GOGUEL J. (1952) : Traité de Tectonique. Paris, Masson, 383 p., 203 fig.

7. Je dois noter qu'à l'Est de la zone qui fait l'objet de cette note, ces chevauchements semblent augmenter d'importance, passant peut-être à de petits charriages locaux, d'après des renseignements qui m'ont été communiqués très aimablement par M. Ríos, professeur à l'École des Mines et ses collaborateurs MM. Navarro, Trigueros et Villalon. Ils poursuivent maintenant l'étude détaillée de la zone orientale de la Sierra Aitana et du Puig Campana, qui permettra sans doute de mieux préciser ces faits et en facilitera leur explication.

tension horizontaux, de décompression si l'on veut. Ainsi la pression lithostatique, au premier abord pression principale minimale, serait maintenant pression principale maximale. Ces failles normales nouvelles montrent des pendages de 45 à 70°, bien d'accord avec l'état de contrainte qui vient d'être supposé. Plusieurs d'entre elles sont jalonnées par des jaillissements du Keuper plastique, dont la mise en place s'harmonise bien avec ces conditions mécaniques. On en voit, par exemple, aux environs d'Ibì et le long du flanc méridional de la Sierra Mariola, ainsi que dans la vallée de Guadalest. Outre ces failles normales de nouvelle formation, certaines des failles plus anciennes, inverses ou de décrochement, ont pu rejouer, en s'adaptant aux nouvelles conditions mécaniques, comme des failles normales, et même elles auraient facilité aussi de nouveaux jaillissements du Keuper. Ce serait le cas observé, par exemple, à l'entrée du ravin de la Batalla, au S d'Alcoy, et, peut-être, à l'extrémité orientale de la Sierra Mariola.

REMARQUES FINALES. — L'ensemble du pays étudié montre une structure caractérisée par un décollement général de la couverture post-triasique grâce à la plasticité du Trias supérieur. Or le problème du moteur de ce décollement ne peut qu'être posé. La solution de ce pro-

blème demandera des études détaillées sur une surface du Prébétique beaucoup plus vaste que celle qui fait l'objet de mes recherches actuelles. D'autre part, d'autres données concernant l'évolution paléogéographique et tectonique des autres unités structurales avoisinantes seraient nécessaires. Je me bornerai donc à présenter deux solutions possibles : ou bien la couverture a glissé, par simple action de la pesanteur, vers le Nord-Nord-Ouest, en rapport avec un basculage d'ensemble affectant un vaste secteur de cette partie du domaine des Chaînes bétiques ; ou bien elle a été poussée vers l'avant, c'est-à-dire, vers le Nord-Nord-Ouest, par l'avancée d'autres unités plus internes, du Subbétique *l. s.* Il n'est pas exclu, d'ailleurs, que la solution définitive soit en quelque sorte mixte.

Les failles qui accidentent à un haut degré les structures plissées ne seraient pas ici des accidents tout à fait indépendants, dans l'interprétation que je propose. En fait, elles représenteraient, tout autant que les plis, des jeux de la couverture en fonction des efforts mécaniques développés, soit à cause de son déplacement vers le Nord-Nord-Ouest soit, dans le cas des failles normales, plus tardives, par le fait des décompressions et détentes postérieures.

Données nouvelles sur le Jurassique et le Crétacé inférieur dans l'Est des Cordillères bétiques (régions d'Alcoy et d'Alicante)

par Robert BUSNARDO et Michel DURAND DELGA *.

Sommaire. — Au N d'Alcoy, la coupe de la Querola montre de bas en haut : 60 m de couches dolomitiques, 300 m de calcaires en gros bancs à Trocholines et Dasycladacées de type jurassien (Malm), 350 m d'alternances de marnes sableuses, de calcaires et de grès calcareux (Jurassique terminal-base du Crétacé), que surmontent une cinquantaine de mètres de marnes bleues à Ammonites (Valanginien sup. à Barrémien).

A la sortie ouest d'Alicante, la Sierra de Foncalent montre stratigraphiquement de bas en haut : une cinquantaine de mètres de dolomies et de calcaires à silex noirs (Lias-Dogger ?), 50 m de calcaires en bancs minces, 30 m de calcaires oolithiques, plus de 100 m de calcaires à grain fin contenant la microfaune pélagique classique du Malm et du Berriasien que surmontent des marno-calcaires détritiques du Crétacé inférieur.

La dissemblance de ces deux séries est considérable. En dépit de leur relatif éloignement géographique (env. 40 km), elles peuvent appartenir, l'une au Prébétique s. s. (celle d'Alcoy), l'autre (celle d'Alicante) au Subbétique ou à un domaine paléogéographiquement intermédiaire entre ces deux grandes zones.

Dans la partie orientale des Cordillères bétiques appartenant au Levant de l'Espagne, c'est-à-dire à l'E de la dépression NW-SE empruntée par la route Alicante-Albacete, le Jurassique n'affleure qu'en un petit nombre d'affleurements exigus. Les plus connus sont celui de la Querola près de Cocentaina, au N d'Alcoy, et celui du chaînon de Foncalent, à la sortie ouest d'Alicante.

Nous avons, en 1956, effectué des recherches sur ces séries jurassiques et sur le Néocomien qui leur fait suite. Parmi les faunes recueillies, les Ammonites ont été déterminées par l'un de nous (R. B.). D'autres groupes ont été aimablement examinés par M^{me} S. Freneix (Lamelibranches), par M. R.-P. Charles (Brachiopodes), par M. J. Roman (Oursins), par M. Brébion (Gastéropodes). M. J. Alloiteau, pour les Madrépores, et M. G. Astre, pour les Rudistes, ont bien voulu écrire de petites monographies, que l'on trouvera à la suite de cette note dans ce même fascicule.

Quant aux nombreux échantillons de roches qui furent recueillis, leurs microfaciès et leurs microfaunes ont été étudiés par l'un de nous (M. D. D.), avec l'aide de M. W. Maync pour certains groupes comme les Lituolidés.

1. LE JURASSIQUE ET LE CRÉTACÉ INFÉRIEUR D'ALCOY. — Cette localité est située sur la route directe Valence-Alicante par Jativa. A l'W de la route, les reliefs de la Sierra Mariola sont essentiellement formés par des calcaires néritiques du Crétacé moyen et supérieur, plissés en anticlinal WSW-ENE. L'axe du pli s'élève lentement vers l'Est pour se terminer brutalement, par une chute de plus d'un millier de mètres, au niveau de la dépression transversale N-S du haut Serpis, remplie par du Néogène et par des alluvions quaternaires.

Il est évident, comme R. Nicklès l'a dit [1891, p. 150], que cette disposition suppose l'existence d'une grande fracture N-S, avec abaissement d'environ 1 km du compartiment oriental¹. Grâce à cet accident, l'érosion a dégagé jusqu'au Jurassique l'axe de l'anticlinal de la Sierra Mariola. On observe ainsi par la tranche, de haut en bas, sous les calcaires aptiens, les marnes du Barrémien et du

* Note présentée à la séance du 28 mars 1960. Texte définitif remis le 9 novembre 1960.

1. L'intéressante note de notre ami B. Garcia Rodrigo [1960] fait allusion à cette importante faille, postérieure à la tectonique de plissement.

Néocomien, qui ont fourni les célèbres faunes de la Querola [Nicklès, 1890], puis, plus bas, un complexe principalement calcaire, de l'Infracrétacé et du Jurassique.

De la route Alicante-Valence, au niveau de Muro de Alcoy, l'œil découvre vers l'Ouest, au flanc escarpé de la Sierra Mariola, la succession de ces assises régulièrement ployées

en anticlinal (fig. 1). En longeant le pied de l'escarpement, depuis le ravin de la Querola jusqu'à celui de la Cabranta, l'existence de la faille N-S se manifeste sur les calcaires jurassiques, par des surfaces de friction inclinées de 60°-80° vers l'Est, visibles de loin en loin parmi les éboulis anciens drapant le versant.

La série stratigraphique a été sommairement

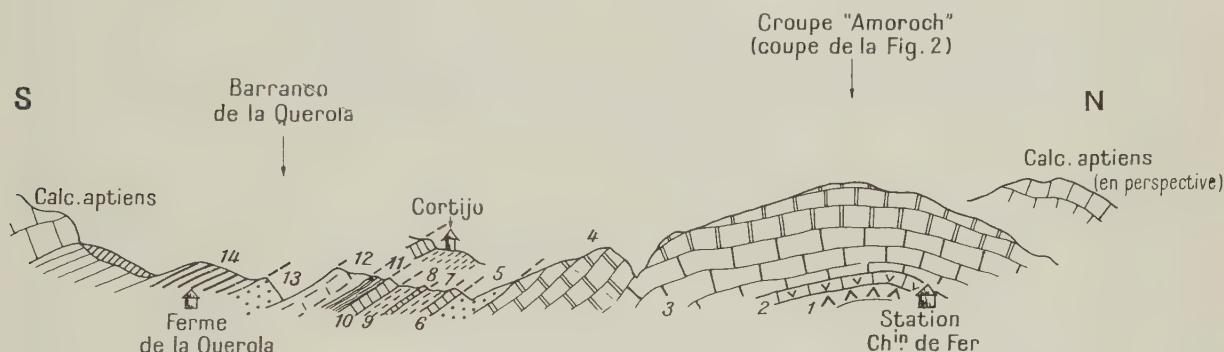


FIG. 1. — Coupe schématique d'ensemble de l'anticlinal de la Sierra Mariola, relevée à l'W de Muro de Alcoy.

1 et 2 : couches dolomitiques (Malm sup.); 3 et 4 : calcaires (Malm sup.); 5 à 13 : complexe calcaro-marno-gréseux (Portlandien-Berriasien); 14 : marnes à Ammonites de la Querola (Valanginien à Barrémien).

décrite par R. Nicklès [1891] qui distinguait de bas en haut (les désignations A, B, ... sont de nous) :

A. Calcaires marneux, compacts à la base, friables plus haut (20-30 m).

B. Calcaires, bréchoïdes par places (300-400 m).

C. Grès rouge vif (20 m).

D. Calcaires sableux à *Natica leviathan* (100 m).

E. Calcaires à *Pygurus montmolini* et *Pterocera pelagi* (30 m).

F. Grès bruns (60-70 m).

G. Calcaires sableux (7-8 m) à *Neocomites neocomiensis*, surmontés de marnes à Ammonites pyriteuses (quelques dizaines de mètres) où Valanginien, Hauterivien et Barrémien sont caractérisés.

R. Nicklès attribue les termes A, B et C au Jurassique supérieur (« Tithonique ? ») et les niveaux D, E, F à l'Infracrétacé.

B. Darder Pericas [1945], qui a reproduit cette coupe dans sa monographie sur la géologie du Levant, n'a pas retrouvé le niveau E à *P. montmolini*, mais il cite à sa place des calcaires marneux (5 m) à *Thurmannia thurmanni* (il doit s'agir d'une erreur de localisation, les horizons à *Thurmannia* étant beaucoup plus haut). Les couches G lui ont fourni de riches faunes.

Les auteurs de la feuille au 50 000^e d'Alcoy (1957), E. Dupuy de Lôme Jr et R. Sanchez

Lozano, ont distingué de bas en haut : 80 m de calcaires grisâtres puis 100 m de grès et calcaires marneux blanchâtres azoïques (le tout attribuable au Jurassique élevé), et enfin les marnes du Néocomien.

La coupe que nous avons relevée diffère considérablement des précédentes. Elle comporte deux parties :

— la partie inférieure de la série a été étudiée (fig. 2 A) sur l'axe même de l'anticlinal, à hauteur du km 54,6 de la voie ferrée, c'est-à-dire dans la pente notée « Amoroch » sur la carte au 50 000^e.

— la partie supérieure de la série a été observée (fig. 2 B) sur le flanc méridional de l'anticlinal, entre le Barranco de la Querola et (1 km au Nord) le grand ravin sans nom situé au N du Cortijo de la Grutania.

Nous avons ainsi distingué de bas en haut :

1. Dolomies grises (visibles sur env. 20 m).

2. Calcaires dolomitiques (40 m) se terminant par une barre de dolomie brune.

3. Calcaires compacts, à patine gris bleuté, mais dont la cassure, gris foncé vers la base, devient de plus en plus claire dans le quart supérieur. Les bancs, d'épaisseur variable, atteignent 2-3 m. Quelques lits moins compacts déterminent des vires. Épaisseur totale : 180 m.

4. En continuité, calcaires en bancs, identiques aux

précédents mais avec intercalation de calcaires rognonneux durs de même teinte. Dans la coupe d'Amoroch s'observe la partie inférieure de ces calcaires (une centaine de mètres); la coupe au N de la Grutania en montre la partie supérieure (tranche visible : env. 150 m). L'épaisseur totale est de ce fait difficile à préciser, et cela d'autant plus que le faciès de calcaires noduleux, caractérisant le « complexe 4 », peut fort bien passer latéralement au

faciès de calcaires compacts, du type du « complexe 3 ». Nous estimons que les assises 3 + 4, dans leur ensemble, ont au moins 300 m de puissance.

5. Grès à ciment calcaireux (50 m), gris, localement rosés, débutant par un mince niveau de calcaire pseudoolithique, d'aspect microconglomératique.

6. Calcaires sublithographiques gris brunâtre (moins de 10 m).

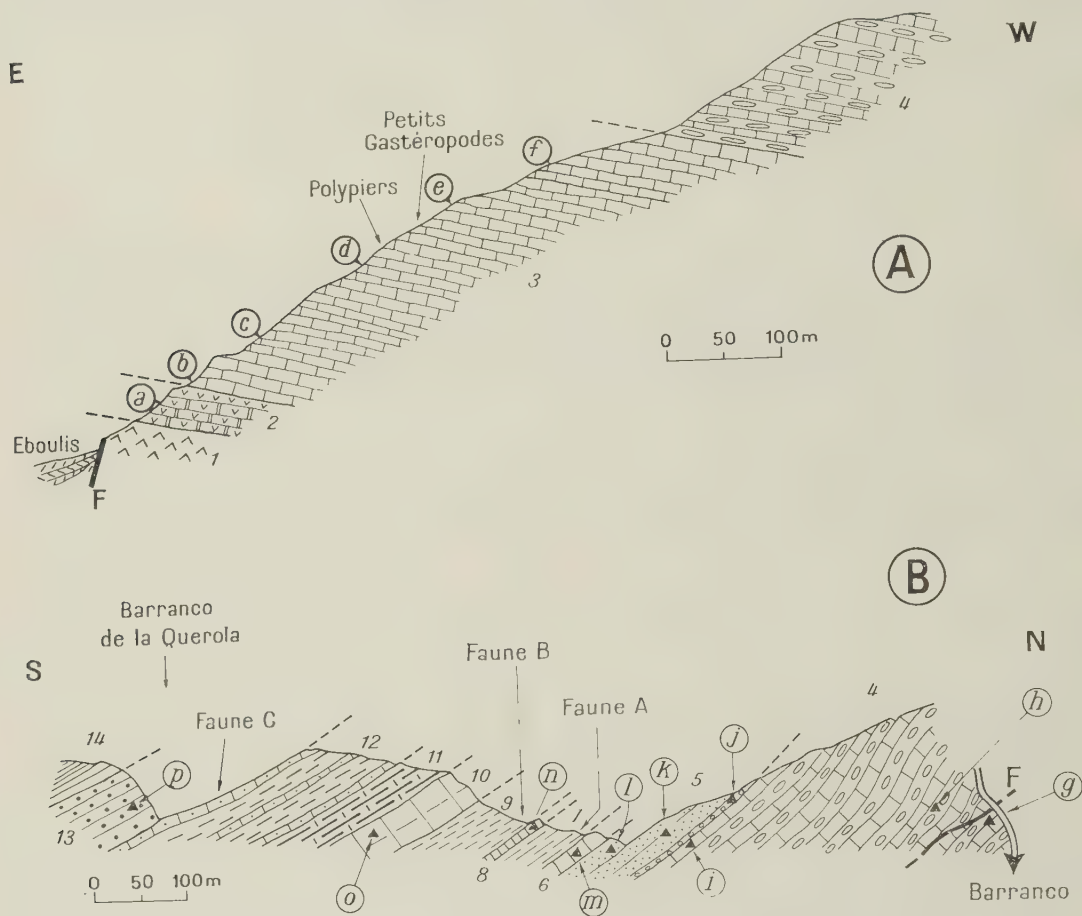


FIG. 2. — Coupes.

A : Jurassique de la Querola. — B : Couches de passage entre Malm et Néocomien au N de la Querola.

1 : dolomies ; 2 : calcaires dolomitiques avec barre de dolomies terminales ; 3 : calcaires compacts en dalles ; 4 : calcaires compacts avec lits noduleux ; 5 : grès calcaireux ; 6 : calcaires ; 7 : marno-calcaires ; 8 : calcaires ; 9 : marnes sableuses à « *Natica* » *leviathan* ; 10 : calcaires ; 11 : calcaires marneux et sableux ; 12 : alternances de grès calcaireux et de calcaires zoogènes ; 13 : grès calcaireux ; 14 : Valanginien sup. marneux. Les microorganismes des horizons a à p sont énumérés dans le texte.

7. Marno-calcaires gris jaunâtre (40 m) à Lamelli-branches et Gastéropodes.

8. Barre de calcaires pseudoolithiques et bréchoïdes gris clair (4 m).

9. Marnes sableuses jaunâtres (50 m) avec bancs de marno-calcaires identiques à ceux du niveau 7.

10. Calcaires pseudoolithiques et bréchoïdes (40 m), jaunâtres et blanchâtres.

11. Calcaires marneux et sableux gris (30 m).

12. Alternances de grès calcaireux gris brunâtre à pistes et lentilles de calcaires zoogènes bleutés : 70 m.

13. Grès calcaireux gris (env. 60 m) en petits bancs, avec rares lits de calcaires zoogènes et détritiques.

14. Marno-calcaires et marnes du Néocomien-Barrémien (env. 50 m). Leur détail sera donné plus loin.

Nous pensons que la correspondance entre les niveaux ci-dessus et ceux de R. Nicklès (*supra*) est la suivante :

A = 1 ; B = 2 à 4 ; C = 5 ; D-E = 6 à 12 ; F = 13 ; G = 14.

La localisation des microfaunes observées en lame mince a été faite sur les coupes (fig. 2) par les lettres *a*, *b*, *c*, ...

Description des niveaux 1 à 13 (Jurassique-Berriasien).

NIVEAU 1. — Les dolomies n'ont rien livré.

NIVEAU 2. — *Éch. a* : à son tiers supérieur, un calcaire pseudoolithique à ciment marneux a montré : *Trocholina* gr. *alpina* (LEUPOLD), *Troch.* gr. *elongata* (LEUPOLD), *Iberina lusitanica* (EGGER) déterminée par M. Maync, de nombreux *Miliolidae*, *Nautiloculina*, des fragments d'Algues parmi lesquelles de probables *Cylindroporella*. *Ib. lusitanica* est connue dans le Kiméridgien inférieur et l'« Infravalanginien » du Portugal [Maync, 1959 a].

NIVEAU 3. — *Éch. b* : calcaire argileux à très rares Ostracodes et Arénacés.

Éch. c : calcaire à grain fin, chargé d'argile à tendance grumeleuse ; nombreux *Miliolidae* et *Troch.* gr. *elongata* ; *Valvulina* (?) ; ? *Iberina* (dét. Maync) ; grande *Macroporella* (?).

Éch. d : calcaire argileux à *Miliolidae*, *Ophthalmidiidae*, *Nautiloculina*, *Pseudocyclammina* sp. (dét. Maync) et nombreux débris de Dasycladacées : *Clypeina* aff. *parvula* CAR., *Actinoporella podolica* ALTH (ou *Clypeina catenula* CAR.), *Cylindroporella* (ou *Acicularia*), ? *Munieria*.

Éch. e : calcaire pseudoolithique à nombreux *Miliolidae*, *Valvulina*, *Textulariidae* et *Nautiloculina*, rares *Troch.* gr. *alpina* et *Troch.* gr. *elongata*, avec assez fréquentes *Cylindroporella*.

Éch. f : calcaire argileux à *Miliolidae*, *Troch.* gr. *elongata*, *Nautiloculina* et Lituolidé (indéterminable selon W. Maync), avec nombreux débris de *Macroporella*, de *Clypeina* aff. *parvula*, ? *Acicularia* et sporanges de Bornetellées [Car., 1955] ; sections de Gastéropodes.

NIVEAU 4. — *Éch. g* : calcaire à tendance pseudoolithique avec des *Miliolidae*, *Troch.* gr. *elongata*, *Valvulina*, *Nautiloculina* et sporanges de Bornetellées.

Éch. h : calcaire argileux à Ostracodes, *Miliolidae*, rares *Troch.* gr. *alpina*, *Textulariidae*, *Ophthalmidiidae*, *Nautiloculina*, *Valvulina*, *Pseudocyclammina* cf. *lituus* (YOKOYAMA) (dét. Maync), rares *Clypeina jurassica* FAVRE, fréquentes *Acicularia*, sporanges de Bornetellées. *Ps. lituus* est surtout connue du Jurassique supérieur-Infracrétacé [Maync, 1959 b], *Clyp. jurassica* du Kiméridgien au Berriasien inclus.

Éch. i : calcaire argileux à *Textulariidae*, *Ophthalmidiidae*, *Nautiloculina*, *Troch.* gr. *alpina* et *Troch.* gr. *elongata* avec d'innombrables débris de Dasycladacées : *Clypeina* cf. *jurassica*, *Cl. aff. parvula*, ? *Salpingoporella*. A noter la présence de quelques spores de *Globochaete alpina* LOMBARD.

NIVEAU 5. — *Éch. j* : l'horizon basal du niveau 5 est constitué par un calcaire pseudoolithique à ciment de calcite cristalline, en voie de silicification. On y relève des *Miliolidae*, *Nautiloculina*, *Troch.* gr. *elongata*, des fragments d'Échinodermes et de nombreuses Algues ; *Clypeina catenula*, *Clyp. aff. parvula* et débris douteux de *Macroporella*, *Cylindroporella*, *Teutloporella*.

Éch. k : calcaire oolithique et gréseux ; quartz fréquents, en gros éléments assez anguleux, enveloppés d'une couronne oolithique ; nombreux feldspaths ; rares grandes paillettes de muscovite ; fragments de quartzite. Débris d'Oursins, de Bryozoaires (?), sections de Gastéropodes et *Troch.* gr. *alpina*.

Éch. l : grès à ciment calcaire ; éléments de quartz de toutes tailles, mal roulés, débris de microcline, plagioclases et hornblende brune. Nombreuses pseudoolithes. Débris d'Oursins et de Girvanelles (?).

NIVEAU 6. — *Éch. m* : calcaire argileux à très fréquents débris d'*Actinoporella podolica*, avec de probables *Macroporella*, de petits Ostracodes, des *Miliolidae* et *Textulariidae*. *Act. podolica* a été citée du Séquanien au Berriasien (inclus).

NIVEAU 7. — *Faune A* : *Nerinea* sp., *Natica* sp. ; une petite *Protocardia*, un ex. de *Pronoella* aff. *nortonensis* COX (espèce du Bathonien d'Angleterre), de nombreuses « *Astarte* » sp. dont l'ornementation rappelle, selon M^{me} Freneix, celle d'*Eomiodon cuneatus* (Sow.) du Malm supérieur, et de nombreux moules internes de petits Lamellibranches.

NIVEAU 8. — *Éch. n* : calcaire argileux à Gastéropodes, rares Ostracodes, fréquentes *Salpingoporella annulata* CAR., *Clypeina jurassica* (?). *Salp. annulata* est signalée du Portlandien au Berriasien (inclus).

NIVEAU 9. — *Faune B* : à l'extrême base du niveau 9, l'on recueille de petits Gastéropodes (*Nerinea*, *Natica*), des Lamellibranches (*Pronoella* aff. *nortonensis*) et des Polypiers isolés. A quelques mètres plus haut, l'on note des lumachelles de *Liotostrea* (*Catinula*) gr. *sandalina* GOLDF. (l'espèce *sandalina* est du Dogger, mais nos exemplaires ne sont pas rapportables au type), et d'énormes Gastéropodes, parmi lesquels « *Natica* » *leviathan* PICT. et CAMP. (= *Strombus sautieri* COQ.).

Classiquement, « *N.* » *leviathan* caractérise le Valanginien (*l. s.*) de type jurassien. En certains points du domaine méditerranéen, ce Gastéropode est associé à *Clyp. jurassica* et *Spirocyclus infravalanginiensis* dans des couches longtemps rapportées au Portlandien [Pfen-der, 1932] mais actuellement dites infracrétacées [Marie et Mongin, 1957]. A notre avis, l'on peut difficilement considérer un Gastéropode de ce type comme fossile caractéristique d'un niveau. Rappelons que « *N.* » *leviathan* a été trouvé plus au Nord-Est, aux environs d'Oliva [Bosca, 1922].

NIVEAU 10. — *Éch. o* : calcaire oolithique à ciment cristallin. Les oolithes montrent comme nucléus des grains de quartz, ou des Encrines, ou de petits Gastéropodes, ou des *Trocholina* (*Tr. gr. alpina*, *Tr. gr. elongata*). Dans le ciment, l'on note quelques *Miliolidae*, des *Valvulina* et des fragments de Dasycladacées (*Macroporella* ?...).

NIVEAU 11. — *Faune C* : elle montre quelques rares Brachiopodes (*Terebratula valdensis* DE LOR., espèce connue du Valanginien *l. s.*), et Gastéropodes (*Harpagodes* sp. : espèce nouvelle qui, selon M. Brébion, se rapproche de certaines formes de la fin du Jurassique et du début du Crétacé).

NIVEAU 12. — La *faune D*, recueillie au sommet de la formation, comprend des Lamellibranches (*Exogyra*, *Lima*, *Chlamys*) indéterminables spécifiquement sauf quelques Rudistes (*Monnieria*) du « Tithonique » récifal du Languedoc, déterminés par M. Astre [1960] et des Polypiers coloniaux qui donnent lieu à une monographie de M. Alloiteau [1960] : *Adelocoenia* sp., *Chaetetes* sp., *Clausastrea querolensis* ALL., *Cl. superficialis* ALL., *Ellipsosmilia* sp., *Microsolena exigua* (Koby) OGLIVIE, *M. bouri* (DE FROM.) OG., *M. cf. concinna* (GOLDF.), *Ovalastrea caryophylloides* (GOLDF.), *Stylina milleporacea* OG., *Thamnasteria* nov. sp. 1, *Th. nov. sp. 2*, *Th. confluens* (QUENST.)

Og. Certaines de ces espèces ont été définies dans les gisements classiques du Portlandien des Alpes orientales : *M. exigua*, *M. bouri*, *St. milleporacea*, *Th. confluens* à Stramberg, *M. concinna* à Nattheim, *Ov. caryophylloides* à Giengen.

On a rencontré au même niveau une *Terebratula sub-sella* LEYM. (espèce connue du Séquanien au Portlandien) et une base de tige d'*Apiocrinus* (forme probablement du Malm, le genre n'atteignant pas, classiquement, le Crétacé).

NIVEAU 13. — *Éch. p* : grès à ciment calcaire; débris anguleux de quartz, de quartzite, de feldspaths, de muscovite, de hornblende... Fragments d'Oursins et de Bryozoaires (?), Ostracodes, *Miliolidae*, *Trocholina* (*Tr. alpina*, *Tr. gr. elongata*) et des *Acicularia*.

A 5 m au-dessus de la base des grès 13, nous avons recueilli un gros radiole de *Balanocidarid maresi* (COTT.), Oursin connu du Berriasien à l'Hauterivien.

Description du niveau 14 (Néocomien-Barémien). Découvert par De Verneuil, le gisement d'Ammonites de la Querola a été décrit par R. Nicklès [1891] assez sommairement, puis par B. Darder, qui en a donné de longues listes fauniques. La lecture de ces travaux prouve des mélanges de faunes, difficiles à éviter sur ces pentes marneuses.

Nous avons essayé de reprendre cette coupe si classique, l'un de nous (R. B.) y revenant à plusieurs reprises afin de préciser la succession des fossiles en évitant leur mélange. On trouvera ici la liste de la plupart des formes caractéristiques des seules Ammonites présumées *in situ* et la liste des fossiles des autres groupes

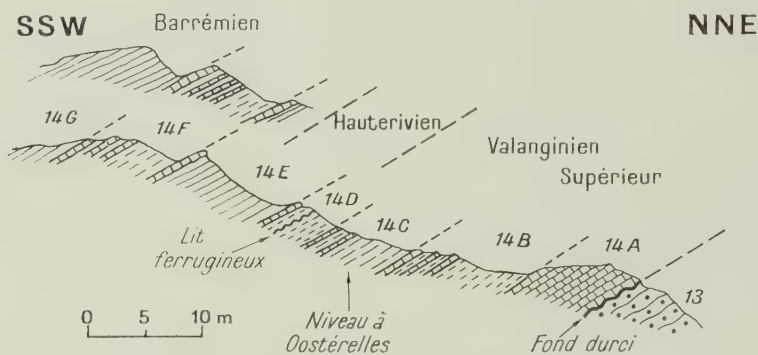


FIG. 3. — Coupe du Crétacé inférieur de la Querola.

13 : grès calcaireux du Valanginien « inférieur » ; 14 A à G : marno-calcaires puis marnes à Ammonites (détail dans le texte).

(confinés dans la moitié inférieure du niveau 14 et de ce fait à peu près en place).

Nous distinguerons des horizons lithologiques 14 A à G (fig. 3) :

NIVEAU 14 A. Calcaire marneux jaunâtre (env. 5 m) en petits bancs sans interlits tendres. Il repose sur le sommet, très grossier, du grès calcaireux 13, par une surface de ravinement encroûtée d'oxyde de fer (« hard-ground »).

En lame mince, ce calcaire 14 A apparaît riche en argile, en petits quartz anguleux, souvent allongés (80 à 250 μ), et en débris de Mollusques, d'Échinodermes, Ostracodes, Radiolaires, etc.

La faune ne comprend que des formes calcaires, ce qui exclut le mélange avec les formes pyriteuses des niveaux plus élevés.

Les Oursins sont représentés par des espèces considérées classiquement comme hauteriviennes [fréquents *Rhabdocidarid delgadoi* DE LOR., très fréquents *Rh. jouberti* COTT. et *Toxaster lorioli* (LAMBERT) et des *Diplodina* sp.].

Les Brachiopodes sont extrêmement abondants. La plupart sont connus du Valanginien : *Terebratula carteroni* D'ORB., *T. cf. campichei* PICT., *T. latifrons* PICT., *T. valdensis* DE LOR., *T. moutoni* D'ORB. En outre, l'on

rencontre *T. sanctae crucis* CATZIGRAS, forme connue du Valanginien moyen à l'Hauterivien inférieur, et deux espèces à plus large répartition (Valanginien à « Urgonien ») : *Terebratella russilensis* DE LOR. et *T. neocomiensis* (D'ORB.).

Les Lamellibranches sont, eux aussi, bien représentés (leur répartition classique est indiquée, d'après M^{me} Freneix, avec les lettres N, Néocomien ; V, Valanginien ; H, Hauterivien ; Ap, Aptien ; Al, Albien ; C, Cénomannien) : *Nanonavis carinatus* SOW. (N à C), *Cucullaea aff. gabrielis* LEYM. (N à Ap), *Plicatula placunea* LMK *premut. macphersoni* (NICKLÈS) *pro sp.* (N), *Exogyra latissima* LMK *mut. orbigny* nom. nov. (= *Ex. couloni* D'ORB. non DEFR.) (N à Ap), *Ex. cf. bicarinata* DEFR. *var. aquilina* LEYM. (N), *Arctostrea carinata* LMK (N à C), *Pterotrigonia gr. caudata* AG. (*cf. race larteti* MUN.-CHALM.) (H à Al), *Integricardium deshayesianum* DE LOR. (H), *Proveniella bernensis* (LEYM.) (N), *Anisocardia neocomiensis* D'ORB. (N), *Panopea gurgitis* BRONGN. *var. plicata* SOW. (H à C). Le cachet moyen de cette abondante faune serait valanginien, d'après M^{me} Freneix.

Les Ammonites sont peu nombreuses et assez mal conservées : *Neocomites neocomiensis* (D'ORB.) (V-H inf.), *N. teschenensis* (UHLIG) (V sup.), *N. aff. platycostatus* SAYN (V. sup.), *N. sp.*, *Leopoldia* sp. (de grande taille), *Holcostephanus* sp. et, provenant du banc le plus élevé du niveau 14 A, *Oosterella cultrata* (D'ORB.).

Au total, l'âge valanginien (probablement supérieur, d'après les Ammonites) de ce niveau 14 A paraît certain. L'association faunique traduit un milieu littoral, peu profond.

NIVEAU 14 B. Il est constitué par 3 m de marnes jaunes, déterminant un petit replat, surmontées de 4-5 m de marnes jaunâtres avec intercalations de bancs marno-calcaires très fossilifères, devenant localement de véritables lumachelles. Dans les marnes s'observent de minces lentilles ocreuses.

Sous le microscope, les bancs marno-calcaires montrent un faciès très fin, avec de petits quartz clastiques (80 à 100 μ) disséminés, de nombreux débris organiques et quelques Cristellaires.

La faune indique encore, globalement, le Valanginien supérieur : *Terebratula cf. faba* Sow. (V sup.), *Dictyothyris morei* (D'ORB.) (V) ; *Nanonavis carinatus*, *Plicatula radiola* LMK (H à Al), *Exogyra latissima* LMK (H à Al) ; *Neocomites neocomiensis*, N. gr. *secco* PARONA, *Leopoldia brandesi* V. KOENEN...

NIVEAU 14 C. La série se poursuit par 2,5 m de marnes jaunâtres, chargées de fragments pyriteux. Dans un petit talus en bordure d'un champ cultivé situé un peu à l'E de la coupe, on trouve en place un horizon à Oostérelles, intéressant groupe de petites Ammonites [Basse et Durand Delga, 1953] constituant ici un lit-repère dans le Valanginien supérieur : *Oosterella gaudryi* (NICKL.), *O. cf. vidali* (NICKL.), *O. garciae* (NICKL.) et *O. stevenini* (NICKL.). Il est probable que toutes les petites Oostérelles décrites par Nicklès [1891] proviennent de ce niveau.

En continuité viennent 2 m de marnes avec intercalation de bancs marno-calcaires tendres, schisteux.

L'ensemble du niveau 14 C a fourni : *Dict. morei*, *Terebratula sanctae crucis*, *Terebratella neocomiensis*, *Rhynchonella multiformis* ROEMER (V sup. — H) ; *Plic. placunea premut. macphersoni* ; *Neoc. neocomiensis* type et var. *subquadrata* SAYN (V sup.), N. cf. *biformis* (UHLIG), N. aff. *longi* SAYN, *Platylenticeras aff. cardioceroïdes* SAYN, *Saynoceras verrucosum* (D'ORB.), *Thurmannites cf. thurmanni* (PICT.), *Neolissoceras grasi* (D'ORB.), *Ptychoceras semisulcatum* (D'ORB.), *Phylloceras serum* OPP., *Ph. tethys* D'ORB., *Bochianites neocomiensis* (D'ORB.).

Il s'agit très nettement de Valanginien supérieur, mais l'apparition de certaines formes (proches du genre *Lyticeras* SPATH), peut-être non en place, il est vrai, annonce l'Hauterivien.

NIVEAU 14 D. — Il est constitué par 3 m de marnes jaunâtres, comportant vers le tiers supérieur un niveau-repère ferrugineux (0,1 m), et se terminant par un banc de calcaire marneux gris-blanc formant un relief, sur lequel viennent s'accumuler les Ammonites pyriteuses des couches plus élevées. Nous noterons que les *Neocomites* ne dépassent pas vers le haut le niveau-repère ferrugineux, au-dessus duquel apparaissent les premiers *Phyllopachyceras*.

Globalement nous estimons que la faune suivante provient du niveau 14 D : *Toxaster cf. obtusus* LAMB. (H) ; *Rhynchonella depressa* D'ORB. (N) ; *Terebratula cf. aubersonensis* PICT., *Dict. morei*, *Zeilleria tamarindus* (Sow.) (V-H) ; *Plic. placunea premut. macphersoni*, *Pl. radiola*, *Exog. latissima* ; *Neocomites neocomiensis*.

L'âge de ce niveau 14 D est imprécis. Nous admettons — quelque peu arbitrairement — que l'Hauterivien débute par le niveau-repère ferrugineux.

NIVEAU 14 E. — Cet ensemble marneux comporte à la base 1,5 m de marnes grises, puis 7 m de marnes gris

jaunâtre qui, vers le haut, deviennent schisteuses et admettent quelques lits un peu plus durs. Le sommet de ce niveau 14 E est constitué par un banc de calcaire marneux grisâtre formant arête.

La faune comporte *Toxaster cf. obtusus*, *Zeilleria tamarindus*, *Terebratula russilensis* et de nombreuses Ammonites, certainement mélangées par les eaux de pluie et dont il est inutile de donner la liste. On peut noter toutefois la disparition des *Neocomites* et des *Holcostephanus*, et l'abondance des *Spitidiscus*, surtout des formes hauteriviennes (du gr. *rotula* Sow.).

Les quatre mètres supérieurs de ce niveau, bien observables sur la crête à l'W de la coupe, ont livré, en place, des Ammonites barrémiennes : *Subpulchellia sawageaui* (HERM.), *Pulchellia compressissima* (D'ORB.), *P. aff. haugi* NICKL., *Psilotissotia sp.*, *Holcodiscus camelinus* (D'ORB.), *H. sophonisba* (COQ.), *H. tauricus* KARAK., *Spitidiscus intermedius* (D'ORB.), *S. alcayensis* (NICKL.), *S. deleaudi* BUSN., *S. (Medjeziceras) collignoni* BUSN., *Barremites strettostoma* (UHLIG)...

Parmi ces espèces typiquement barrémiennes, nous soulignerons l'abondance des *Holc. camelinus* et des *Spitidiscus* à section étroite.

NIVEAU 14 F. — Au-dessus de la corniche terminant le niveau précédent viennent 3 m de marnes gris-bleu à rares lits plus durs, puis quelques mètres de marnes identiques mais plus riches en lits marno-calcaires gris.

Les Ammonites ont pu être récoltées séparément dans ces deux parties, mais il n'existe aucune différence sensible entre elles, au point de vue paléontologique : *Holcodiscus camelinus* assez rares, *Spitidiscus intermedius* rares, *S. querolensis* BUSN., *S. sfaensis* BUSN. fréquents, *Barremites strettostoma*...

Le fait important est l'apparition des *Spitidiscus* du gr. *sfaensis* et l'absence des *Spitidiscus* plats si abondants dans le niveau 14 E.

NIVEAU 14 G. — Il est constitué par 8-9 m de marnes jaunes dans lesquelles foisonnent les fragments d'Ammonites pyriteuses, avec surtout des formes déroulées incomplètes et difficilement déterminables (« *Leptoceras* » en particulier).

Notons les espèces suivantes : *Phyllopachyceras baborense* (COQ.), *Hyporbulites betieri* BUSN., *Barremites strettostoma*, *Holcodiscus camelinus*, *H. tauricus*, *H. nodosus* KARAK., *Subpulchellia sawageaui*, *Nicklesia alicantensis* HYATT, *Pulchellia compressissima* (D'ORB.), *P. malladae* NICKL., *Melchiorites aff. ouachensis* (JOLEAUD)...

Nous soulignerons l'apparition de Desmocératidés (*Melchiorites*) déjà un peu spécialisés et l'abondance des *Pulchellies*. La présence, en outre, de *Terebratula aubersonensis*, classiquement valanginienne, est assez insolite dans ce Barrémien.

Les couches plongent ensuite dans le Barranco de los Fasedures, où apparaissent des calcaires sableux, très glauconieux, à grandes Ammonites déroulées (Barrémien sup.-Aptien inf.). On sait que plus haut viennent les sables verts (Aptien) signalés par Nicklès [1891].

2. LE JURASSIQUE ET LA BASE DU NÉOCOMIEN D'ALICANTE. — La Sierra de Foncalent constitue, à une dizaine de kilomètres à l'W d'Alicante, un relief NNE-SSW, dû à l'affleurement de calcaires jurassiques qui, dans la partie

nord du chaînon, au niveau du Rincon de los Santos, sont en série renversée.

R. Nicklès [1891] en a donné la coupe suivante :

1. Calcaires bréchoïdes gris et roses (Lias ou Dogger ?) : 50 m.
2. Calcaires marmoréens bleu-noir avec silex zonés ou en bandes : 80 m.
3. Calcaires bleus marneux (Tithonique) : 80 m. *Perisphinctes* cf. *eudichotomus* ZITT., recueilli en éboulis, en proviendrait.

4 a. Calcaires sableux gris verdâtre à *Holcostephanus astieri* (D'ORB.) : 10 m (Valanginien).

4 b. Calcaires sableux glauconieux à *Duvalia* et *Crioceras* : 3 m (Hauterivien).

La série se poursuit par du Barrémien marneux à Pulchellies et de l'Aptien (?) marno-gréseux.

Nous avons seulement effectué une coupe E-W dans la partie nord du chaînon. Celui-ci est limité à l'Occident par un contact anormal [Nicklès, 1891] fortement incliné vers l'Ouest :

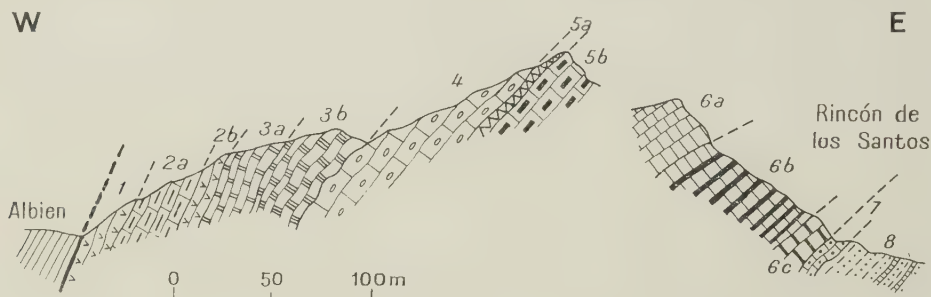


FIG. 4. — Coupe de la partie nord de la Sierra de Foncalent.

1 et 2 a : Lias (?) ; 2 b et 3 a (?) : Dogger (?) ; 3 b à 6 b : (Malm 6 b, partie sup.) ; 7, 8 : Crétacé inférieur.

L'échelle des hauteurs est approximative.

il met en contact les termes les plus anciens du Jurassique avec, à l'Ouest, des marnes sableuses et micacées, jaunâtres, qui ont livré *Globigerina washitensis* CARSEY et *Tritaxia* sp. (dét. J. Sigal). La Globigérine est connue de l'Albien moyen jusque dans le Cénomanién inférieur. L'absence de « Rosalines » (l. s.) permet de suggérer un âge plutôt albien que cénomanién pour ces marnes.

La coupe du Jurassique est la suivante, stratigraphiquement de bas en haut (fig. 4) :

1. Dolomies grises, plus ou moins litées (épaisseur visible : au max. 10 m).

2 a. Calcaires dolomitiques gris bleuté (30 m) avec silex noirs, en rognons isolés vers la base, en lits irréguliers plus haut. Ces calcaires forment des bancs de l'ordre de 0,5 à 1 m.

2 b. Calcaires dolomitiques gris bleuté (10 m), mais sans silex. Les bancs deviennent de plus en plus minces vers le haut.

3 a. Calcaires à grain fin (20 m) gris foncé, en minces lits (10 à 20 cm) séparés par des calcaires noduleux.

3 b. Calcaires à grain fin (20 à 30 m), gris foncé, en lits de 30 à 50 cm, sans horizons noduleux intercalaires.

4. Calcaires oolithiques et pseudoolithiques (30 m), gris clair, en bancs, dolomitisés par places.

5 a. Calcaires à grain fin (quelques mètres), gris, à *Entolium spathulatus* ROEMER (dét. M^{me} S. Freneix), avec horizons à petites Encrines.

5 b. Calcaires à grain fin, en lits irréguliers, à silex

blonds. Leur épaisseur, supérieure à 10 m, n'a pu être précisée.

6 a. Calcaires à grain fin (au moins 30 m) gris bleuté, en bancs dont l'épaisseur diminue de bas (2 m) en haut (0,5 m).

6 b. Calcaires à grain fin (60 m), gris bleuté, en minces bancs (20 à 40 cm) avec interlits marneux.

6 c. Calcaires à grain fin (env. 10 m), identiques à ceux du terme 6 b, mais en lits plus épais. Niveaux fossilifères.

7. Grès calcareux (env. 10 m), plus ou moins micacés, jaunâtres, avec marnes sableuses intercalaires.

8. Marnes sableuses bleutées, jaunâtres à l'altération, avec minces lits de calcaire marneux à délit en boules.

Nous ne possédons que peu de repères paléontologiques dans cette série.

— Une lame mince taillée dans le niveau 2 b a montré un calcaire finement graveleux, riche en sections de petits Lamellibranches pélagiques, ayant l'allure de « filaments », dont l'abondance caractérise les termes allant du Toarcien au Malm inférieur.

— Vers la base du niveau 3 b, nous avons noté, dans un calcaire argileux à tendance grumeleuse, de nombreux minces Ostracodes et Radiolaires *Sphaeroidea*, d'assez fréquents débris d'Échinodermes, *Globochaete alpina* LOMB., de petits *Saccocomidae*, et de rares petits spicules. Les Crinoïdes *Saccocomidae* apparaissent à l'Argovien : leur petite taille, ici, semble indiquer un âge anté-kinéridgien.

— Près du sommet du niveau 4, les calcaires, formés de la juxtaposition d'oolithes et de pseudoolithes, englobent des Orbitolinidés : « *Dictyoconus* » aff. *cayeuxi*

LUCAS selon M. Maync. « *D.* » *cayeuxi* a été défini dans l'Aalénien d'Oranie et retrouvé, ailleurs, dans le Lias. Sa présence, dans un niveau appartenant probablement au Malm, paraît insolite, mais l'attribution de nos exemplaires à cette forme reste incertaine.

— Dans le niveau 5 a, l'espèce de Pectinidés (*Entolium spatulatus*) n'était jusqu'à présent connue que du Dogger et du Callovo-Oxfordien. En lame mince, ces calcaires micrograveleux sont riches en organismes variés : débris d'Echinodermes, Ostracodes, spicules de Spongiaires, Foraminifères (*Valvulina*, *Miliolidae*, *Ophthalmidiidae*) et innombrables petites sphères (probables Radiolaires).

— Le sommet du niveau 6 a montré un calcaire à grain fin à innombrables *Globochaete alpina*, rares *Saccocomidae*, Fibrosphères (*Stomiosphaera minutissima* [COLOM], *Stom. sp.*). Il pourrait s'agir de Kiméridgien ou de Tithonique inférieur.

— Le niveau 6 b, à son tiers supérieur, montre une riche association à cachet berriasien : Radiolaires *Sphaeroidea*, abondants *Globochaete alpina*, Calpionelles (*Calpionella alpina* CAD., *C. intermedia* D. DELGA, *Tintinnopsis* gr. *carpathica* (MURG. et FIL.), chapelet de spores d'*Eothrix alpina* LOMB., petits Ostracodes...

— La base du niveau 6 c a livré quelques *Terebratula* indéterminables mais pouvant appartenir aux gr. *aubersonensis* PICT. ou *hippopoides* PICT., tous deux valanginiens (l. s.), divers Lamellibranches, des Bélemnites et des Ammonites : *Berriasella grandis* MAZ. (un grand échantillon et deux fragments), *B. paramacilenta* MAZ. (une empreinte et deux fragments), *B. callisto* (D'ORB.), *Lytoceras* gr. *subfimbriatum* D'ORB. Ces formes indiquent le Berriasien, plutôt inférieur en raison de l'aspect « périsphinctoïde » de *B. paramacilenta*.

Les plaques taillées près du sommet du niveau 6 c révèlent, au sein de calcaires à grain fin, avec de petits quartz dispersés, une microfaune analogue : *Glob. alpina*, Fibrosphères (*Stomiosph. minutissima*, *Stom. misolensis* Vögler), chapelet de spores d'*Eothrix alpina*, *Cadosina fusca* WANNER et Calpionelles (*Calp. alpina*, *Calp. elliptica*, *Tint. carpathica*, *Stenosemellopsis hispanica* COLOM, ? *Favelloides*).

— A une vingtaine de mètres de sa base, le niveau 8 comporte des horizons de calcaire argileux à structure grumeleuse, riche en quartz anguleux et débris variés (plagioclases, muscovite, tourmaline), avec d'abondants Radiolaires *Sphaeroidea*, Arénacés (dont des Textulaires) et spicules de Spongiaires, des Ostracodes, *Cadosina fusca*, des sections de *Saccocomidae* et des Calpionelles à cachet franchement néocomien : *Tint. cadischiana* COL., *T. carpathica*, *Stenosem.* gr. *hispanica*, ? *Calpionellopsis sp.*

Nous avons arrêté à ce niveau l'examen de la série de Foncalent.

CONCLUSIONS. — La série d'Alcoy (la Querola) comporte à la base des assises dolomitiques (niveaux 1 et 2) que l'on serait tenté d'attribuer au Lias inférieur. Mais à leur sommet existe un horizon à Trocholines et à *Iberina lusitanica*, indiquant que l'on se trouve dans le Malm supérieur (Kiméridgien-Tithonique). S'agit-il d'une dolomitisation secondaire ?

Sur plus de 700 m d'épaisseur (niveaux 1 à 13), avec des assises dolomitiques à la base (60 m : niveaux 1 et 2), puis calcaires (300 m env. :

niveaux 3 et 4), enfin calcaro-marno-gréseux (près de 350 m : niveaux 5 à 13), il est difficile d'effectuer de fines coupures stratigraphiques. L'association micropaléontologique caractérise globalement le Malm supérieur-« Valanginien » (Berriasien et Valanginien inf. s. s.) : Foraminifères benthoniques (*Trocholina* gr. *alpina* et gr. *elongata*, *Miliolidae*, *Ophthalmidiidae*, *Valvulinidae*, *Nautiloculina*, *Textulariidae*, *Iberina lusitanica*, *Pseudocyclamina* cf. *lituus*), Algues Dasycladacées variées (*Cylindroporella*, *Macroporella*, ? *Munieria*, *Acicularia*, ? *Salpingoporella*, *Teutloporella*, *Actinoporella podolica*, *Clypeina* aff. *parvula*, *Cl. catenula*, *Cl. alpina*, et sporanges de Bornetellées). Cette association de caractère typiquement « jurassien » indique un domaine épicontinental.

La macrofaune est également néritique. Si l'on met à part les menus débris de Bivalves, de Gastéropodes, d'Oursins, de Bryozoaires et les Ostracodes, que l'on rencontre en plaque mince à tous les niveaux, seuls les horizons à composante détritique dominante fournissent des macrofossiles, mais toujours en mauvais état de conservation : Lamellibranches (*Pro-noella*, « *Astarte* », *Liostrea*, etc.) sans grande signification stratigraphique et jamais typiques, Gastéropodes (*Harpagodes*, *Nerinea*, *Natica*), Polypiers et rares Brachiopodes.

Ces derniers groupes donnent des renseignements quelque peu contradictoires. Le niveau 9 contient « *Natica* » *leviathan*, fossile classique du Valanginien (l. s.) jurassien ; le niveau 11, *Terebratula valdensis* du même âge. Mais le niveau 12 possède un cachet « portlandien » : nombreux Madréporaires parmi lesquels des formes de Stramberg, *Ter. subsella* du Malm moyen et supérieur, *Apiocrinus* n'atteignant pas (classiquement) le Crétacé, *Monnieria* du « Tithonique » récifal languedocien. Quant au niveau 13, immédiatement sous le Valanginien supérieur certain, il a livré un radiole de *Balanocidaris maresi*, Oursin néocomien.

Ainsi, s'il est hautement probable que les roches carbonatées (niveaux 2 à 4) soient du Malm authentique, et que les grès calcareux 13 soient infracrétacés, le doute plane encore sur l'âge des niveaux 5 à 12. Pour ces derniers, si l'on se base sur l'âge moyen probable, portlandien, du niveau 12, établi sur des groupes très variés, ils appartiendraient tous au Malm et « *Natica* » *leviathan* (du niveau 9) gagnerait en longévité vers le bas. Si l'on considère, au contraire, ce « *N.* » *leviathan* comme caractérisant le Valanginien, il faut du même coup faire débiter le Crétacé sous cet horizon 9.

Au-dessus des grès calcaireux 13, on notera l'existence d'un « fond durci » encroûté d'oxyde de fer, qui prélude à un changement radical du régime sédimentaire. Jusque-là à dominante calcaire puis gréseuse, avec des fragments de minéraux empruntés au socle de la Meseta plus septentrional, il devient subitement marneux.

Le milieu est encore néritique, comme l'attestent, associés aux premières Ammonites, les Oursins, les Brachiopodes et les Bivalves. Mais, très rapidement, en montant dans la série, les Céphalopodes deviennent plus fréquents jusqu'à être presque exclusifs.

Sur une cinquantaine de mètres de marnes, nous avons pu, par une analyse détaillée — quoique encore insuffisante en raison des conditions d'affleurement peu favorables — distinguer sept horizons lithologiques. Le Valanginien supérieur (env. 20 m), l'Hauterivien (env. 6 m) et le Barrémien (plus de 20 m) ont pu être, après R. Nicklès, retrouvés et limités avec assez de précision. L'un des résultats les plus intéressants de notre enquête est d'avoir localisé, *in situ*, au sommet du niveau 14 A (vers la base du Valanginien supérieur), *Oosterella cultrata*, tandis que les *Oost.* du gr. *garciaegaudryi* forment un lit-repère au milieu du niveau 14 C, nettement plus haut mais encore dans le Valanginien supérieur, puisque les couches à *Saynoceras verrucosum* lui sont superposées.

— La série d'Alicante (Foncalent) est bien différente de celle d'Alcoy. Ses termes inférieurs possèdent un cachet liasique : Lias inférieur ? (dolomies litées 1), Lias plus élevé ? (calcaires en bancs, à silex noirs, 2 a). Les calcaires en bancs 2 b possèdent un microfaciès rappelant celui du Dogger ou des étages voisins (petits Lamellibranches pélagiques : « filaments »).

Les calcaires 3, 4 et 5 posent un délicat problème : la présence, dans le terme 3 b de Crinoïdes (*Saccocomidae*) et d'Algues Chlorophycées (*Glob. alpina*), pélagiques, indiquerait un niveau au moins « argovien » ; alors que, plus haut, les *Dictyoconus* (terme 4) et les Pectinidés (terme 5 a) se rapprochent d'espèces connues au voisinage du Dogger ! Sauf erreur et en

attendant de nouvelles recherches, nous admettrons que le Dogger est réduit au niveau 2 b et à son voisinage, et que le Malm débute au niveau 3 a-b.

Dans cette hypothèse, le Dogger n'aurait pas plus de 10 à 30 m, le Malm, lui, en mesurant une centaine. Il montrerait à la base (niveaux 3 a-b) des calcaires en dalles, plus haut (niveaux 4 et 5 a) des calcaires oolithiques et à Encrines, enfin (niveaux 5 b, 6 a et base de 6 b) des calcaires à grain fin à microorganismes pélagiques : *Glob. alpina*, Radiolaires, Fibrosphères.

Le passage Malm-Néocomien est absolument progressif. Le Berriasien, caractérisé par des *Berriasella* et par des Calpionelles qu'accompagnent Radiolaires, *Glob. alpina*, *Eothrix alpina* et Fibrosphères, est — comme le sommet du Malm — sous forme de calcaires en bancs, à grain fin (niveau 6 b, sommet, et 6 c).

A du Néocomien plus franc peuvent être rapportés les grès calcaireux 7 et les marnes sableuses 8, qui ont livré encore des Calpionelles. Mais, entre 6 c et 7, le faciès a brutalement changé, devenant beaucoup plus détritique.

En résumé, la série d'Alcoy montre un Malm supérieur et un Valanginien inférieur néritiques, de faciès « jurassien », extrêmement épais, surmontés par des marnes à Ammonites, peu épaisses, du Valanginien supérieur au Barrémien. Leurs caractères sédimentologiques (dépôts de faible profondeur, souvent détritiques, joints à une subsidence importante) sont typiquement « prébétiques ».

La série d'Alicante comporterait un Lias et un Dogger peu épais, puis un Malm-Berriasien, assez mince, de faciès profond, « méditerranéen », riche en microorganismes pélagiques. Fait singulier, le Néocomien plus élevé devient détritique, alors qu'il ne l'est guère à Alcoy ! « Subbétique » par son Malm, la série d'Alicante montrerait, dans son Crétacé, des influences prébétiques. S'agit-il du domaine subbétique allochtone classique, ou d'une zone intermédiaire — paléogéographiquement et structuralement — entre Prébétique et Subbétique ? Seuls des leviers détaillés permettront de résoudre cet important problème.

Bibliographie.

- ALLOITEAU J. (1960). — Madréporaires du Portlandien de la Querola près d'Alcoy. *B. S. G. F.*, (7), II, p. 288-299.
- ASTRE G. (1960). — *Monnieria* dans le Tithonique récifal de l'Est des Cordillères bétiques. *B. S. G. F.*, (7), II, p. 300-301.
- BASSE DE MÉNORVAL E. et DURAND DELGA M. (1953). — Présence en Afrique du Nord, dans le Tell constantinois, d'Ammonites néocomiennes de la famille des Oostérellidés. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 326-329.
- BOSCA E. (1922). — La *Natica Leviathan* en Oliva (Valencia). *Bol. r. Soc. esp. Hist. nat.*, t. 22, p. 253-255.
- CAROZZI A. (1948). — Étude stratigraphique et micrographique du Purbeckien du Jura suisse. *Arch. Sc. Genève*, t. 1, p. 211-375.
- (1955). — Dasycladacées du Jurassique supérieur du bassin de Genève. *Ecl. geol. Helv.*, vol. 48, n° 1, p. 32-67.
- DARDER PERICAS B. (1945). — Estudio geológico del Sur de la provincia de Valencia y Norte de la de Alicante. *Bol. Inst. geol. y min. España*, t. LVII (2 fasc.).
- DUPUY DE LÔME ENR. et SANCHEZ LOZANO R. (1957). — Feuille d'Alcoy (n° 821) au 50 000^e, avec explication, 96 p. *Publ. Inst. geol. y min. España*.
- GARCIA-RODRIGO B. (1960). — Sur la structure du Nord de la province d'Alicante. *B. S. G. F.*, (7), II, p. 273-277.
- MARIE P. et MONGIN D. (1957). — Le Valanginien du Mont-Rose de la Madrague (massif de Marseille-veyre, Bouches-du-Rhône). *B. S. G. F.*, (6), VII, p. 401-424.
- MAYNC W. (1959 a). — The Foraminiferal genera *Spirocyclina* and *Iberina*. *Micropal.*, vol. 5, p. 33-68.
- (1959 b). — Biocaractères et analyse morphométrique des espèces jurassiques du genre *Pseudocyclamina* (Foraminifères) : I. *Pseudocyclamina lituus* (YOKOHAMA). *Rev. Micropal.*, t. 2, p. 153-172.
- NICKLÈS R. (1890). — Contribution à la paléontologie du SE de l'Espagne. *Mém. Soc. géol. France*, Pal., n° 4.
- 1891. — Recherches géologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de la province d'Alicante et du Sud de la province de Valence. *Ann. Hébert*, Paris, 220 p.
- PFENDER J. (1932). — Sur la présence de *Natica Leviathan* PICT. et CAMP. dans des calcaires portlandiens de la région marseillaise. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 117-118.

Madrépores du Portlandien de la Querola près d'Alcoy (Espagne)

par James ALLOITEAU*.

PLANCHES IX ET X.

Sommaire. — Description de douze espèces de Madrépores trouvés dans un gisement récifal portlandien à la Querola près d'Alcoy en Espagne.

Du Portlandien, il a été décrit, jusqu'à ce jour, un assez petit nombre d'espèces de Madrépores récifaux. Aussi la découverte, par R. Busnardo et M. Durand Delga [1960], d'un véritable gisement récifal d'âge portlandien n'en a que plus de valeur.

Dans le matériel qu'ils ont bien voulu nous confier nous avons pu dénombrer seize espèces appartenant à dix genres différents dont un nouveau. Neuf des espèces sont nouvelles ; deux d'entre elles, du genre *Clausastrea* D'ORB., ont été décrites dans une note en cours d'im-

pression. Il est à remarquer que toutes les formes sont coloniales et massives ; certaines espèces ont pu atteindre de grandes dimensions. Nous sommes donc autorisé à croire que nous sommes bien en présence d'éléments qui ont appartenu à une formation récifale qui s'est développée dans des eaux portlandiennes superficielles et chaudes. Nous décrirons douze espèces seulement, les spécimens des autres sont trop mal conservés pour qu'on puisse les identifier et les décrire.

Description des espèces.

SOUS-ORDRE : *Archeocaeniida* ALLOITEAU 1952.

FAMILLE : *Stylophyllidae* VOLZ 1896 *emend.*

SOUS-FAMILLE : *Epismiliinae* ALLOITEAU 1952.

Genre *Epismilia* DE FROM. 1861.

GÉNOTYPE : *Epismilia haimei* DE FROM. 1861.

Epismilia sp.

Pl. IX, fig. 2 et 3.

Dans le matériel qui nous a été remis, nous avons trouvé trois échantillons en mauvais état qui peuvent être rapportés, sans crainte d'erreur, au genre *Epismilia*.

Sur le plus gros d'entre eux, que nous avons poli dans sa région apicale et dans sa région distale qui étaient brisées et empâtées, nous avons reconnu tous les caractères mis en évidence dans deux ouvrages antérieurs [Alloiteau, 1952, p. 91-92].

DESCRIPTION. — Polypier simple, subcylindrique, à calice circulaire et muraille presque lisse. Le fragment le mieux conservé a une hauteur maximale de 20 mm ; le diamètre de la section dans la région proximale a 11 mm, celui de la section (légèrement oblique) faite dans la région distale a 15 mm. Les éléments radiaires — des septes et non des costo-septes — sont disposés en symétrie bilatérale ; pas de symétrie radiaire apparente ; systèmes très inégaux, irréguliers ; dans les mieux ordonnés, on observe quatre ordres de grandeur des éléments radiaires ; ceux du 4^e ordre sont subrudimentaires. Au sens où l'entendait Milne-Edwards, il existe plus de cinq ordres d'éléments car le nombre de ceux-ci est au moins 72 (y compris les septes rudimentaires, nettement développés quoique petits). L'endothèque, localisée à la périphérie,

* Note présentée à la séance du 28 mars 1960.

est relativement abondante et ses dissépinements épais. L'organe axial, également bien développé dans une cavité longue et étroite, est une columelle pariétale fasciculée, sublamellaire à laquelle se soudent, par leur bord interne, les 10-12 plus grands septes.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Le mauvais état de conservation des échantillons s'oppose à l'observation de tous les caractères morphologiques et structuraux; cependant ceux que nous connaissons nous permettent de dire que nous sommes, probablement, en présence d'une nouvelle espèce qui diffère de toutes celles qui ont été décrites sous ce nom par sa forme générale, par celle de sa cavité axiale, par sa muraille et par sa columelle. Il est vrai que des espèces ont été classées par erreur dans le genre *Epismilia* — la plupart des espèces de Koby qui ne possèdent pas de columelle — et que d'autres sont à transporter dans le genre *Epismilia* qui ont été attribuées à d'autres genres, *Trochomilia* et *Montlivaltia* en particulier.

Comme nous ne pouvons proposer de fonder une espèce nouvelle sur de mauvais échantillons, il est indispensable d'attendre que soient récoltés d'autres exemplaires mieux conservés avant de pouvoir enrichir la nomenclature d'une espèce qui pourra se nommer *Epismilia subcylindrata*.

SOUS-ORDRE : *Stylinida* ALLOITEAU 1952.

FAMILLE : *Stylinidae* D'ORB. 1851.

Genre *Adelocoenia* D'ORB. 1849.

GÉNOTYPE : *Astrea castellum* MICH. dont l'holotype a été récolté dans le Séquanien de Bay-Bel (Ardennes).

SYNONYMIE :

1849. *Adelocoenia* D'ORB. [p. 7].

1849. *Stylinia* M.-EDW. et HAIME [t. X, p. 287, p. p.].

1850. *Adelocoenia* D'ORB. [t. II, p. 32].

1857. *Stylinia* M.-EDW. et HAIME in M.-Edwards [t. II, p. 232 p. p.].

1900. *Stylinia* M.-EDW. et H. in Gregorio [p. 50-52 p. p.].

1943. *Stylinia* M.-EDW. et H. in Vaughan et Wells [p. 111 p. p.].

1948. *Adelocoenia* D'ORB. in Alloiteau [p. 701].

Convexastrea auct. p. p.

Milne-Edwards et Haime puis Milne-Edwards ont fait rentrer *Adelocoenia* dans la synonymie de *Stylinia*. L'opinion de ces savants a prévalu jusqu'en 1948. Il nous a été facile de démontrer, malgré la perte de l'original de Michelin, que la réhabilitation d'*Adelocoenia* s'imposait. Deux

caractères, en effet, opposent ce genre à *Stylinia* : sa muraille est parathécale et mince et il est dépourvu d'organe axial. Chez *Stylinia*, au contraire, qui possède une forte columelle styloforme ou substyloforme, la muraille est septothécale, épaisse et se constitue par épaissement et expansion latérale des costo-septes au niveau de l'aire de divergence. De nombreuses espèces, classées dans le genre *Convexastrea* par différents auteurs et, en particulier, par Koby, appartiennent au genre *Adelocoenia*.

Adelocoenia parvistella ¹ nov. sp.

Pl. IX, fig. 5 et X, fig. 9.

HOLOTYPE : coll. Durand Delga.

NOMBRE D'ÉCHANTILLONS : 1.

DIMENSIONS DE L'HOLOTYPE :

long. totale : 85 mm

larg. totale : 62 mm

épais. max. : 41 mm

diam. des calices : 1 à 1,75 mm

dist. c. à c. : 1,25 à 2 mm

nomb. de costo-septes : 12 (6 + 6)

nomb. de côtes : 12.

DESCRIPTION DE L'HOLOTYPE. — Petite colonie massive; face calicifère assez fortement convexe et subtubéreuse; face inférieure recouverte d'une holothèque qui paraît lisse mais peut-être à cause de l'usure. Polypierites petits (leur diamètre atteint rarement 1,75 mm), cylindriques et costulés (il existe 12 côtes bien développées et subégales); ils sont reliés par une périthèque formée par l'ensemble des côtes et de l'exothèque subtabulaire. Muraille très mince, parathécale. Éléments radiaires (des costo-septes en symétrie radiaire, sans vestige de symétrie bilatérale) au nombre de 12; les 6 S₁, rhopaloïdes, sont relativement peu larges (la largeur de leur partie septale ne dépasse jamais les trois quarts de celle du rayon calicinal) et déterminent six systèmes égaux dans lesquels s'insèrent — exactement au milieu de chacun d'eux — six S₂ très étroits, subrudimentaires; la partie septale de certains d'entre eux est réduite à un filet mural; ils sont bicunéiformes et leur région costale est aussi fortement développée que celle des S₁. Faces latérales des septes peu ornées, subglabres. Pas d'organe axial; la cavité axiale, dont le diamètre est égal au quart de celui du polypierite, est seulement traversée, à des distances subégales,

1. *Derivatio nominis* : allusion au faible diamètre des calices,

par des dissépiments subtabulaires qui, subhorizontaux, ne s'étendent pas jusqu'à la muraille. L'endothèque comprend aussi quelques traverses simples. L'exothèque est constituée par des traverses horizontales subtabulaires (elles ne sont pas situées sur des plans horizontaux correspondant à ceux des dissépiments endothécaux).

Microstructure et structure histologique inconnues.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — *Adelocoenia parvistella* diffère des cinq espèces classées dans ce genre par d'Orbigny : *A. castellum* possède 16 éléments radiaires, *A. tubulosa* et *moreauana*, 24 ; chez *A. corallina*, on en compte plus de 24 et *A. lanceoloti* a des polypierites très petits, serrés. Elle s'éloigne également de toutes les espèces classées par erreur dans le genre *Convexastrea* par les auteurs, en particulier par Koby ; toutes les espèces citées par ce savant, sauf *Convexastrea minima*, ont des polypierites plus grands, leur diamètre n'étant pas inférieur à 3 mm. *Adelocoenia parvistella* est, par contre, très voisine de *Convexastrea minima* Koby (= *Cyathophora minima* THURM. et ETALLON) ; les deux espèces ont des polypierites de même grandeur et un nombre égal de septes mais, chez *C. minima*, les polypierites sont très denses et les éléments radiaires bicunéiformes.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE. — L'unique spécimen connu de cette espèce a été récolté dans le Portlandien de la Querola.

Genre *Stylina* LAMARCK.

GÉNOTYPE : *Stylina echinulata* M.-EDW. et H. in coll., p. p. (non LAMARCK).

REMARQUE : nous avons fixé le génotype de ce genre en 1947 dans une note que l'on pourra consulter. Depuis lors, nous avons de nouveau observé l'exemplaire-type de la collection Milne-Edwards et de nombreux exemplaires de plusieurs espèces de ce genre ont été l'objet d'un examen attentif. Nous n'avons rien trouvé qui soit susceptible de nous faire modifier la diagnose que nous avons établie.

Stylina milleporacea OGILVIE 1884.

Pl. IX, fig. 9.

1897. *Stylina milleporacea* OGILVIE [p. 173, pl. XVII, fig. 8].

NOMBRE D'ÉCHANTILLONS : 1.

L'exemplaire récolté à la Querola, peut être

attribué, malgré son mauvais état de conservation, à *Stylina milleporacea* OGILVIE. C'est un petit polypier massif qui ne diffère de l'holotype de Koniakau (près Stramberg) que par sa forme ; il est massif, subtubéreux alors que le type est «blattartig». Tous ses autres caractères : diamètre des calices, distance des centres calicinaux, nombre d'éléments radiaires, forme et force de la columelle sont analogues ; pour les rendre observables il a été indispensable d'obtenir des sections polies qui montrent de petits calices circulaires de 0,75 mm de diamètre, assez régulièrement espacés de 1 mm ; le nombre d'éléments radiaires varie mais on en compte 16 ($8 S_1 + 8 S_2$) dans la plupart des polypierites et ce nombre est le plus grand que l'on puisse relever. Les 8 S_1 atteignent l'organe axial auquel se soude leur bord interne ; la largeur des S_2 est la moitié de celle des S_1 . La columelle est relativement forte, subcylindrique.

Après avoir été poli en deux régions, l'exemplaire mesure 27 mm de longueur, 23 de largeur et 20 d'épaisseur.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE. — Région de Stramberg (Portlandien) ; La Querola (Espagne) (Portlandien).

SOUS-ORDRE : *Astraeoida* ALLOITEAU 1952.

SUPERFAMILLE : *Montlivaltioideae* ALLOITEAU 1952.

FAMILLE : *Clausastreaeidae* ALLOITEAU 1952.

Genre *Clausastrea* D'ORBIGNY.

GÉNOTYPE : *Clausastrea tessellata* D'ORB., du Bajocien de Langres (Hte.-M.) (non *Astrea tessellata* MICH.).

Clausastrea querolensis ALLOITEAU 1960.

1960. *Clausastrea querolensis* ALLOITEAU [p. 17, pl. III, fig. 1].

REMARQUE. — Nous ne connaissons, de cette espèce, qu'un seul exemplaire : l'holotype, qui a été décrit récemment dans une note en cours d'impression.

Clausastrea superficialis ALLOITEAU 1960.

1960. *Clausastrea superficialis* ALLOITEAU [p. 19, pl. III, fig. 5].

La remarque faite pour l'espèce précédente vaut pour *C. superficialis*.

SUPERFAMILLE : *Astraeoidae* ALLOITEAU 1952.

FAMILLE : *Faviidae* GREGORY 1900 *emend.*

Genre *Ovalastrea* D'ORBIGNY 1849.

GÉNOTYPE (par désignation originale) : *Astrea caryophylloides* GOLDF. 1826.

REMARQUE SUR LA DIAGNOSE ORIGINALE. — Quand il définit le genre : « ... un *Parastrea* à calices ovales et sans dents autour de la columelle qui est styloforme », d'Orbigny ne connaissait, sans doute, l'espèce-type que par la figuration donnée par Goldfuss [1826-1833, pl. XXII, fig. 7], figuration sur laquelle on peut observer, au centre de quelques calices, un point que le savant paléontologiste interpréta comme représentant le sommet d'une columelle styloforme. Nous avons eu la faveur, grâce à l'obligeance du Dr W. Bierther, conservateur des collections du « Geologisch-palaeontologisches Institut » à Bonn, de pouvoir étudier les caractères de l'holotype et nous les avons décrits [1957, p. 149-150]. Au sujet de la columelle, nous avons observé que « l'organe axial est une columelle pariétale spongieuse, à sommet chichoracé ». Nous ajouterons que, dans certains calices, le sommet de la columelle a un aspect papilleux. Cet aspect varie suivant le degré d'usure et l'importance du dépôt secondaire de calcite.

REMARQUE SUR LA RICHESSE, EN ESPÈCES, DU GENRE *OVALASTREA*. — Dans notre mémoire de 1957, auquel nous nous sommes référé ci-dessus, nous avons indiqué la confusion faite, par les auteurs, entre les genres *Ovalastrea*, *Ellipsocoenia* et *Septastrea* D'ORB.

Il nous faut ajouter que la plupart des espèces jurassiques, sinon toutes, rapportées au genre *Favia* OKEN par Koby [1881-1890] sont à transporter dans le genre *Ovalastrea* ; il en est ainsi pour *Favia thurmanni*, *F. michelini*, *F. striatula*, *F. eminens*, *F. lobata*, etc. Signalons toutefois qu'entre ces espèces existent des différences de caractères si importantes (proéminence des polypierites, aspect et développement de la columelle, rapports entre les éléments radiaires des polypierites contigus, etc.) qu'il est possible de diviser le genre en groupes distincts, mais un tel partage ne pourra être envisagé qu'après une refonte complète du genre *Ovalastrea*.

Ovalastrea subalternata ² *nov. sp.*

Pl. X, fig. 4 et 5.

HOLOTYPE : coll. Durand Delga.

NOMBRE D'ÉCHANTILLONS : 1.

DIMENSIONS DE L'HOLOTYPE :

long. max. : 80 mm

larg. max. : 70 mm

épaisseur max. : 35 mm

Nomb. d'élém. rad.	{	dans un calice circulaire de 6,5 mm :
		48
		dans un calice elliptique de 7 × 9,5 mm : 62
Dim. des calices	{	sur une longueur de 2 mm au bord des calices elliptiques : 6
		circulaires : 6,5-7,5 mm
		elliptiques de 5,5 × 8,5 à 6,5 × 11 mm

distance c. à c. : 9 à 12 mm

largeur des ambulacres 3 à 4 mm.

DESCRIPTION. — Polypier massif ; face calicifère plus ou moins tubéreuse ; face inférieure subplane et si corrodée qu'il est impossible de savoir si elle a été recouverte d'une holothèque. Multiplication par gemmation intracalicinale donnant des calices plus ou moins allongés, généralement en forme de croissant mais jamais de séries, même courtes. Polypierites très peu saillants, situés à des distances, les uns des autres, relativement grandes, unis par une péri-thèque bien développée qui donne, à la face calicifère, des ambulacres larges, superficiels ou très faiblement déprimés, traversés par des côtes non confluentes, subégales et relativement épaisses. Septes en nombre variable, subordonné au bourgeonnement ; ils paraissent alternativement très inégaux et sont caractérisés par leur minceur ; les plus petits, dont la largeur peut atteindre le tiers du rayon calicinal, sont extrêmement minces, les plus grands portent, sur leurs faces latérales, des tubercules spinuleux, visibles même dans leur moitié interne qui, sur une section transversale, paraît zigzagüe, par suite de l'alternance des trabécules ; tous les septes s'élargissent dans la région murale pour donner, avec le concours de traverses périphériques, une thèque septo-parathécale dont l'épaisseur, en certaines régions, est telle qu'elle paraît septothécale. Le bord interne des septes — même celui des petits — en général est plus ou moins renflé si on observe une section transversale ; ce renflement est dû, selon toute probabilité, à la section d'une des dents de l'angle supéro-interne. Endothèque abondante, présente dans toute la largeur du lumen, et constituée de disséiments extrêmement minces. Columelle pariétale bien développée dont le sommet, comme la section transversale, a un aspect subchichoracé.

2. *Derivatio nominis* : allusion à la largeur des septes qui paraissent alternativement inégaux.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — De toutes les espèces d'Ovalastrées que nous connaissons — y compris celles qui ont été classées par certains auteurs dans d'autres genres (*Favia*, *Sep-tastrea*, etc.), *Ovalastrea subalternata* est la seule dont les éléments radiaires soient si minces et alternativement inégaux. Si l'on considère seulement les caractères morphologiques externes, cette nouvelle espèce n'est pas sans rapports avec *Favia*? *micHELINI* M.-EDW. et H. (= ? *Astrea meandrites* MICH.; *Parastrea meandrites* D'ORB.; *Favia micHELINI* ETALLON), *Favia thurmanni* ETALLON, *Favia gresslyi* ETALLON, *Favia striatula* Koby, mais ne peut être confondue avec aucune de ces espèces. Chez *Favia*? *micHELINI*, les ambulacres sont très étroits et la face calicifère a le même aspect que celle des Isastrées, la columelle est rudimentaire et les calices peuvent s'associer en séries de 4 à 6. Chez *Favia thurmanni* les septes des 1^{er} et 2^e cycles sont égaux, ceux du 3^e de moitié plus courts, et ceux du dernier à peine développés; la columelle est nulle. *Favia gresslyi* diffère peu de l'espèce précédente; elle a « seulement des calices un peu plus grands ». C'est avec *Favia striatula* Koby que notre nouvelle espèce présente le plus d'affinités; elle s'en distingue pourtant par ses éléments radiaires qui demeurent indépendants et ne s'anastomosent pas (ceux des 1^{er}, 2^e et 3^e cycles) au centre.

Genre *Clausastraeopsis* ³ nov. gen.

GÉNOTYPE : *Clausastraeopsis querolensis* nov. sp.

DIAGNOSE DU GENRE. — C'est un Faviidé à éléments radiaires confluent, thamnastérioides, non anastomosés et entièrement compacts. Bord distal des septes, armé de dents fortes, subégales et subéquidistantes; les faces latérales, hérissées de granules spiniformes nombreux, supportent des dissépinements nombreux, minces qui, pour un grand nombre, traversent continûment les espaces intercalicinaux mais aucun élément endothéal n'oblitére les cavités axiales (différence fondamentale avec le genre *Clausastrea* chez lequel les planchers sont continus). Columelle pariétale spongieuse, à éléments peu nombreux et sommet subpailleux. Trabécules simples.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Se distingue : de *Clausastrea* par l'absence de planchers complets continus et de plusieurs genres thamnastérioides (*Astraeofungia* ALL. 1952, *Corbariastraea* ALL. 1952, *Fungiastraea* ALL. 1952,

Plerastraea E. et H. 1851), par l'absence de synaptiques; il diffère également d'*Andemantastrea* ALL. 1952 dont les éléments radiaires sont seulement subconfluents.

Clausastraeopsis querolensis ⁴ nov. gen., nov. sp.

Pl. IX, fig. 10 et X, fig. 1.

NOMBRE D'ÉCHANTILLON : 4.

HOLOTYPE : coll. Durand Delga.

DIMENSIONS DE L'HOLOTYPE :

long. max. : 76 mm

larg. max. : 63 mm

épais. max. : 36 mm

diam. des calices : 6 à 10 mm

distance c. à c. : 4 à 11 mm

nomb. d'éléments radiaires : 18 à 36 (généralement 22-24)

densité septale (à la périphérie des calices) : 5 par 2 mm.

DESCRIPTION. — Polypier massif, de petite taille. Face inférieure large, probablement sans holothèque (son état d'usure ne permet pas d'être plus affirmatif). Face calicifère légèrement et irrégulièrement convexe, avec des parties creuses. Calices subsuperficiels, à fossette peu profonde, unis par des éléments radiaires confluent qui sont des lames biseptales. Pas de muraille entre les calices. Éléments radiaires généralement droits — il existe de nombreuses régions où, en passant d'un calice à l'autre, ils sont parallèles — parfois légèrement arqués, rarement coudés (en s'unissant, à la jonction de deux calices contigus, ils s'épaississent parfois et forment une sorte d'étoile à trois branches); leur bord supérieur, subhorizontal, est armé de fortes dents égales, équidistantes et légèrement émoussées (sur la région médiane des lames biseptales les plus âgées, on en compte six par 2 mm); leurs faces latérales portent de nombreux granules spinuleux et fortement saillants; ils sont faiblement inégaux en largeur et en épaisseur; le bord interne d'un grand nombre d'entre eux (de la moitié aux deux tiers) s'avance jusqu'à la cavité axiale; les autres (sauf quelques éléments dont le bord interne se soude à des lames plus âgées) sont, de très peu, moins larges que les précédents; ils sont disposés en symétrie bilatérale et rayonnent autour des centres calicinaux sans que soit réalisée une symétrie radiaire; il n'est pas possible, en effet, de reconnaître des systèmes;

3. *Derivatio nominis* : allusion à sa ressemblance avec *Clausastrea* dont il a, extérieurement et en section longitudinale, l'apparence (οψις).

4. *Derivatio nominis* : allusion à la localité-type, la Querola.

sur une section transversale, on observe, près du bord axial de quelques septes, une discontinuité, indice d'une perforation irrégulière dans la lame. Le nombre de lames radiaires, compté dans la région médiane des espaces intercalicinaux, varie de 20 à 30 ; de nombreux calices en possèdent 24. Pas de synaptiques. En plus de ses éléments subtabulaires, l'endothèque possède des dissépiments nombreux et souvent très minces. L'organe axial, dont le degré de développement varie avec les calices, est une columelle pariétale, spongieuse, à sommet subpapilleux ; les papilles sont de dimensions très inégales et de formes variées (polygonales ou fréquemment quadrangulaires).

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Cette nouvelle espèce ne peut être confondue, même si l'on se borne à un examen superficiel, avec aucune des deux espèces nouvelles de Clausastrées dont nous avons reconnu la présence dans le même gisement ; si *Clausastrea querolensis* possède des calices ayant à peu près le même diamètre que *Clausastraeopsis querolensis*, ses éléments radiaires sont un peu plus nombreux quoique plus épais et surtout très inégaux et très fréquemment onduleux. Chez *Clausastrea superficialis*, les calices sont plus petits et très inégaux alternativement. Nous avons, dans un travail récent en cours d'impression, procédé à une révision complète du genre *Clausastrea* et nous avons pu reconnaître que *Clausastraeopsis querolensis* ne peut s'identifier à aucune de ses autres espèces.

FAMILLE : *Placocoeniidae* ALLOITEAU 1952.

Genre *Placophora* DE FROMENTEL 1879.

GÉNOTYPE : *P. neocomiensis* DE FROMENTEL 1879.

Fondé sur une espèce de l'Hauterivien de la Haute-Marne caractérisée par : « une columelle lamellaire... ; (un) polypier formé de feuillets serrés et légèrement granulés, à la surface desquels s'élèvent les calices des polypierites libres dans une petite étendue ; (des) calices... ronds ou légèrement ovalaires ; (des) cloisons ... légèrement ondulées » le genre, classé par son auteur dans la famille des Stylophoriens E. et H., n'est pas défini avec une précision suffisante. Dans la diagnose originale, sont seulement décrits quelques caractères morphologiques externes. Dans la collection de Fromentel, nous avons retrouvé l'holotype et le cotype figurés dans la Paléontologie française, respectivement

pl. 92, fig. 1 et pl. 122, fig. 2 et nous pouvons ainsi préciser quelques caractères, en décrire de nouveaux, ce qui permettra de compléter la diagnose :

1) la structure feuilletée du polypier est beaucoup plus visible chez le cotype ; celle de l'holotype est plus massive ;

2) chez ce dernier la surface calicifère apparaît granulée ; chez le cotype elle paraît costulée mais elle est plus profondément usée ;

3) les éléments radiaires ne sont pas — erreur d'observation de Fromentel — « légèrement ondulés » mais droits ; par contre, leurs faces latérales portent des granules spinuleux, très saillants, disposés en files subperpendiculaires au bord distal, tantôt opposées, tantôt alternes ; près du bord supérieur, ces granules sont, sur les files, très rapprochés les uns des autres et, fréquemment, se soudent et forment de courts filets qui se terminent dans des dents émoussées, subégales. Dans un calice vu de dessus, ou sur une section tangentielle parallèle à la surface calicifère, les éléments de l'ornementation latérale sont plus ou moins saillants et c'est à leur inégalité qu'il faut attribuer l'aspect « légèrement ondulé » des « cloisons ».

4) la muraille, dans sa région la plus distale, est parathécale mais elle s'épaissit très rapidement et, à une faible profondeur, devient septothécale ;

5) l'endothèque est constituée de dissépiments larges, nombreux à la périphérie ;

6) la columelle n'est qu'approximativement « lamellaire » ; elle n'est pas constituée par une lame régulière mais par un nombre variable (4 à 8) de tigelles verticales plus ou moins épaisses ou aplaties, reliées entre elles par un dépôt de sclérenchyme d'épaisseur variable ; c'est seulement quand l'épaisseur de ce sclérenchyme est constante et égale à celle des tigelles que l'organe axial se montre sous la forme d'une lame régulière ; généralement les éléments de la columelle sont disposés dans un seul plan, exceptionnellement dans deux ; ils sont parfois plus ou moins aplatis et arqués et le sommet de la columelle, dans ce cas, est irrégulièrement ondulé ;

7) ne disposant que des deux types de Fromentel, il nous a été impossible d'observer, en plaque mince, les caractères qui auraient permis de décrire la microstructure et la structure histologique qui restent inconnues.

POSITION SYSTÉMATIQUE. — Nous pensons cependant que ce complément de caractères permet de classer le genre *Placophora* dans le

sous-ordre des *Astraeoidea*, superfamille des *Astraeoidea*, famille des *Placocoeniidae*, divisions systématiques que nous avons introduites dans la nomenclature en 1952.

Placophora valentiensis ⁵ nov. sp.

Pl. IX, fig. 6 et X, fig. 7.

HOLOTYPE : coll. Durand Delga.

NOMBRE D'ÉCHANTILLONS : 1.

DIMENSIONS DE L'HOLOTYPE :

grand diam. de la colonie : 11,4 cm

petit diam. de la colonie : 10,8 cm

hauteur maxim. de la colonie : 7,5 cm

diam. des calices : 4 mm

distance c. à c. des calices : 5 à 7 mm

nomb. d'éléments radiaires : 24 (6 S₁ + 6 S₂ + 12 S₃)

Nomb. de côtes : 48.

DESCRIPTION. — Colonie massive, subsphérique, fixée par une large base qui paraît avoir été dépourvue d'holothèque. Face calicifère régulièrement et assez fortement convexe. Accroissement du polypier par superposition de feuillets relativement minces et serrés ce qui rend peu apparente la « structure feuilletée ». Multiplication de la colonie par gemmation intercalicinale. Polypières très peu saillants (différence avec le génotype) et éloignés les uns des autres. Suivant le degré d'usure — et la surface calicifère est, dans son ensemble, fortement usée — les espaces intercalicinaux apparaissent costulés (si l'usure est prononcée) ou faiblement granulés mais, quand les côtes sont apparentes, elles ne sont jamais confluentes ; on en compte alors 48 soit un nombre double de celui des septes. Calices circulaires ou très légèrement ovales, peu inégaux. Éléments radiaires, des costo-septes, droits, disposés en symétrie radiaire et répartis en systèmes égaux ; on en compte, au total, 24 soit 6 S₁ et 6 S₂ subégaux en largeur et claviformes et 12 S₃ beaucoup plus minces et dont la largeur atteint rarement la moitié des précédents ; les bords internes, renflés, des S₁ et des S₂ s'avancent très près de l'organe axial auquel ils se soudent parfois mais rarement, les S₃ sont atténués à leur bord interne. Le bord distal des septes est trop usé pour que puisse être observée son ornementation, mais on peut reconnaître au bord supérieur de côtes épargnées par l'usure, des dents émoussées subéquidistantes ; on peut en inférer que le bord supérieur des septes possédait, lui aussi, une armature. Des granules spinuleux portés, mais en petit nombre, par les faces latérales, supportent généralement des éléments

de l'endothèque qui est constituée par des disépiments très minces, développés surtout à la périphérie et dans la périthèque. L'organe axial est une columelle sublamellaire, située dans le plan de deux S₁ opposés auxquels elle n'est pas soudée, au moins dans sa région distale, la seule qu'il nous ait été permis d'observer ; il est, comme chez *P. neocomiensis*, constitué par des éléments trabéculaires compacts, en nombre variable (3 à 5), unis par du sclérenchyme également compact ; d'épaisseur variable, la columelle est généralement plane car son bord supérieur est subdroit.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Si, comme nous le pensons, cette nouvelle espèce doit être classée dans le genre *Placophora* elle se distingue facilement de l'holotype — unique espèce connue de ce genre — par la forme plus massive du polypier, les polypières plus petits (4 mm de diamètre au lieu de 7), nombre de septes deux fois moins élevé et 24 côtes auxquelles ne correspondent pas de septes.

Ce dernier caractère se retrouve chez *Diplocoenia*, genre dans lequel ne peut être classé l'échantillon de la Querola qui ne possède pas de pseudo-muraille interne.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE. — La présence de cette nouvelle espèce a été, jusqu'ici, reconnue seulement dans le Portlandien de la Querola mais il est bon de constater que le genre *Placophora* dont on connaissait, à ce jour, une seule espèce néocomienne était déjà représenté dans la mer portlandienne.

SOUS-ORDRE : *Fungiida* DUNCAN 1884.

SUPERFAMILLE : *Thamnasterioidae* ALLOITEAU 1952.

FAMILLE : *Andemantastraeidae* ALLOITEAU 1952.

Genre *Vallimeandra* ALLOITEAU 1952.

GÉNOTYPE : *Oroseris explanata* DE FROMENTEL 1883.

Vallimeandra portlandica ⁶ nov. sp.

Pl. IX, fig. 8 et X, fig. 6.

HOLOTYPE : coll. Durand Delga.

NOMBRE D'ÉCHANTILLONS : 3.

5. *Derivatio nominis* : allusion à la localité-type située dans la province de Valence (Valentia) en Espagne.

6. *Derivatio nominis* : allusion à l'âge portlandien des échantillons.

DIMENSIONS DE L'HOLOTYPE (après réalisation de trois polissages superficiels) :

long. max. : 80 mm

larg. max. : 45 mm

épaisseur : 27 mm

larg. des séries calicinales : 10-12 mm

dist. des centres calicinaux (dans les séries) : 5 mm

densité des éléments radiaires : 4 par 2,5 mm.

REMARQUE PRÉLIMINAIRE. — En 1952 nous avons introduit dans la nomenclature, simultanément, la famille des *Andemantastreaeidae* et le genre *Vallimeandra*. Chez trois des fragments en provenance de la Querola nous retrouvons les caractères fondamentaux de la famille (éléments radiaires subconfluents et compacts, présence d'une endothèque abondante et de synaptiques peu nombreuses) et du genre *Vallimeandra* auquel nous les avons attribués. Jusqu'à ce jour nous avions reconnu quatre genres de cette famille : *Andemantastrea* représenté par une espèce bajocienne en Europe, et une bathonienne à Madagascar ; *Trigerastraea* avec une espèce européenne au Cénomanien et trois espèces malgaches au Bathonien ; *Vallimeandra* dont plusieurs espèces sont européennes (en dehors de *V. explanata* qui est néocomienne nous en avons reconnu plusieurs, inédites encore, dans le Turonien d'Uchaux) et trois du Bathonien de Madagascar ; enfin *Ampakabastraea* représenté par deux espèces dans le Bathonien malgache.

Les caractères qui vont être décrits ont été observés sur des surfaces polies seulement ; le mauvais état de conservation des fragments de colonies ne nous a permis de faire qu'un très petit nombre d'observations superficielles. Cependant les caractères spécifiques diffèrent de ceux des autres espèces du même genre d'une manière si tranchée que nous nous sommes trouvé dans l'obligation d'introduire un nouveau nom d'espèce dans la nomenclature.

DESCRIPTION (faite en majeure partie d'après les sections polies). — Polypier massif, en lame épaisse, d'une colonie méandroïde. La face inférieure du fragment type est une cassure. Face calicifère probablement subhorizontale, à calices ou séries calicinales subsuperficiels. Accroissement par gemmation calicinale, engendrant des calices isolés (presque toujours allongés) et des séries calicinales généralement courtes dans lesquelles les centres calicinaux sont ou indistincts ou bien distincts. Séries contiguës unies par des éléments radiaires qui, en surface, paraissent confluent, et donnent à la colonie un aspect thamnastéroïde, mais qui sont, pour la plupart, subconfluents. Cependant, certains

(peu nombreux) se montrent confluent, sur une section polie, tangentielle. Éléments radiaires, des costo-septes, entièrement compacts, droits ou légèrement arqués, jamais géniculés. Inégaux en largeur et en épaisseur, ils sont de trois ordres. Dans un calice de 8,5 mm de diamètre, à peine déformé par une gemmation proche ou lointaine, on compte 27-28 éléments radiaires ; 8 d'entre eux s'étendent jusqu'à la cavité axiale, ils sont épais ; 8 autres, de même épaisseur, ou à peu près, sont un peu moins larges ; 16 autres, n'ayant que le tiers de la largeur des plus âgés, ont à peine la moitié de leur épaisseur ; ces derniers sont atténués, cunéiformes, tandis que les plus âgés ont leur bord interne arrondi. Pas de symétrie radiaire (on observe en effet une répartition des éléments radiaires en systèmes inégaux) mais une symétrie bilatérale seulement. Bord distal des septes inconnu. A en juger par leur section transversale, les éléments radiaires ont des faces latérales peu ou pas ornées. Pas de muraille entre les calices ou les séries mais, par endroits, au niveau de celle-ci, des synaptiques relativement épaisses et peu nombreuses. Pas de columelle. Endothèque constituée de disséiments épais et minces.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — *Vallimeandra portlandica* se distingue des autres espèces connues du même genre par la plus grande largeur de ses séries et sa densité septale très faible.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE. — Espèce récoltée, jusqu'à ce jour, dans le seul gisement portlandien de la province de Valence.

FAMILLE : *Thamnasteriidae* VAUGHAN et WELLS 1943 *emend.*

Genre *Fungiastraea* ALLOITEAU 1952.

GÉNOTYPE : *Astrea laqanum* MICHELIN.

Fungiastraea cf. oculata (KOBY) OGILVIE *sp.*
Pl. IX, fig. 1 et X, fig. 3.

Malgré son mauvais état de conservation (face calicifère presque entièrement usée et face inférieure corrodée), l'échantillon de la Querola présente une très grande analogie de caractères avec celui des couches de Stramberg qu'Ogilvie a rapporté à l'espèce jurassienne de Koby, *Thamnastraea oculata*. Soulignons que l'analogie

de caractères (ceux du spécimen de la province de Valence ont été reconnus sur deux sections polies orthogonales) existe seulement entre le fossile qui nous a été confié et celui qu'a figuré Ogilvie sous le nom *Thamnastraea oculata*. L'exemplaire rapporté par Koby à l'espèce du même nom — cette dernière a la priorité — possède des caractères dont la différence apparaît quand on confronte les descriptions et les figurations : les éléments radiaires sont, pour Koby « assez forts, inégaux, contournés, flexueux », pour Ogilvie, ils varient « nur wenig in ihrer Stärke » ; la face inférieure est représentée par Koby avec un aspect méandroïde, elle est, pour Ogilvie, parcourue de côtes égales.

Signalons toutefois une importante différence de caractère entre l'exemplaire de la Querola et celui que figura Ogilvie [1897, pl. 9, fig. 2, 2 a] : les éléments radiaires de l'exemplaire de Stramberg sont subégaux [fig. 2 a] tandis que ceux de l'exemplaire de la collection Durand Delga sont, à la fois, fortement et alternativement inégaux.

Nous ne connaissons aucune espèce de *Thamnastraea* ou de *Fungiastraea* chez laquelle s'observent tous les caractères de l'échantillon dont nous figurons une partie de section polie subparallèle au plan de la face calicifère. Nous ne pouvons cependant que la rapprocher de *T. oculata*, nous refusant à créer une nouvelle espèce pour un seul spécimen en mauvais état.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE. — En Moravie (couches de Stramberg) comme au Portugal, l'espèce est portlandienne.

SUPERFAMILLE : *Synastraeidae* ALLOITEAU 1952.
FAMILLE : *Microsolénidae* Koby 1890.

Genre *Microsolena* LAMOUREUX 1821.

GÉNOTYPE : *Microsolena porosa* LAMOUR.

De ce genre, dont les espèces furent nombreuses au Jurassique supérieur, nous avons reconnu, dans le matériel qui nous a été communiqué, deux espèces différentes, nouvelles probablement. Chacune d'elles est représentée par deux exemplaires en mauvais état, des polypiers de petite taille, massifs et irrégulièrement tubéreux. Profondément usée, leur face calicifère, difficile à identifier, ne possède plus que des vestiges calicinaux. Sur des sections polies qu'il nous a été difficile d'orienter, nous avons pu observer dans quelques bonnes plages, de surface réduite malheureusement, les caractères

incontestables du genre *Microsolena*. La spécification des Microsolènes à l'aide de sections polies seulement est une opération d'autant plus délicate que la littérature qui leur est consacrée ne fait état généralement que de caractères morphologiques (diamètre et éloignement des calices, nombre d'éléments radiaires, profondeur de la fossette axiale) variables avec les individus d'une même espèce ou même suivant les calices d'une même colonie ou encore difficiles à évaluer avec précision (diamètre des calices par exemple).

Après avoir procédé à une revision de toutes les espèces de Microsolènes décrites à ce jour depuis le Dogger jusqu'au Néocomien inclus il nous apparaît que celles de la Querola sont nouvelles mais nous nous refuserons à les introduire dans la nomenclature tant qu'il nous sera impossible d'établir une diagnose à l'aide d'échantillons plus nombreux et mieux conservés. Pour aider d'éventuelles recherches sur les Microsolènes du Jurassique supérieur nous donnerons seulement ceux des caractères de chacune des deux espèces que nous avons observés avec précision.

Microsolena sp. n° 1.

Pl. IX, fig. 7 et X, fig. 8.

NOMBRE D'ÉCHANTILLONS : 2.

DIMENSIONS :

long. max. : 52 mm
larg. après usure : 41 mm
épais. après usure : 20 mm
diam. des calices : 3,5 à 5,5 mm
distance c. à c. : 3,5 à 5,5 mm
nomb. d'élém. rad. : 30 à 40
densité des éléments radiaires à la périphérie des calices : 6-7 par 2 mm

DESCRIPTION. — Pas trace d'holothèque. Éléments radiaires confluent, droits, ou légèrement arqués à la jonction de plusieurs calices (généralement de 3, parfois de 4), régulièrement perforés (7 pores environ sur une longueur de 2 mm prise sur une section tangentielle), relativement minces et moins épais que les chambrées interseptales ; inégaux en largeur — 10 à 12 seulement s'étendent jusqu'à la cavité axiale, les autres sont peu différents, sauf les plus jeunes dont certains restent très courts — ils sont légèrement inégaux en épaisseur ; les plus âgés sont, par endroits, deux fois plus larges que les plus récents. Trabécules probablement composées, prismatiques, à base rectangulaire au bord périphérique des éléments radiaires, à base subcarrée dans les régions cen-

trale et axiale; sur une section tangentielle, elles sont, dans un même calice, alignées sur des circonférences concentriques et, de plus, celles situées sur une même circonférence sont semblables et subégales. Cavité axiale, très petite, renferme quelques apophyses trabéculaires qui forment une columelle rudimentaire subfasciculée à sommet papilleux. Pas de traverses observables; rares synaptiques.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — C'est avec *M. contorta* Koby 1905 du Bathonien inférieur provençal que pourrait être confondue cette espèce de la Querola; elle possède des calices de même diamètre et un même nombre d'éléments radiaires mais ceux-ci, très épais et très contournés chez l'espèce de Koby, sont beaucoup, plus minces et subdroits chez celle de la province de Valence. Par contre *Microsolena* sp. n° 1 se distingue facilement de *M. exigua* Koby 1887 du Rauracien supérieur helvétique et de *M. cavernosa* Koby 1888 des mêmes gisements que la précédente. De celle-là, par des calices plus grands et, le nombre d'éléments radiaires étant le même, par une densité septale plus faible; de celle-ci par un nombre d'éléments radiaires beaucoup moins élevé.

Microsolena sp. n° 2.

Pl. IX, fig. 4 et X, fig. 2.

NOMBRE D'ÉCHANTILLONS : 2.

DIMENSIONS :

long. totale après usure : 42 mm
larg. totale après usure : 26 mm
haut. totale après usure : 24 mm
diamètre des calices : 2-9 mm

distance c. à c. : 3-5 mm

nombre d'élém. rad. : 22-44

densité des éléments radiaires à la périphérie des calices : 5-6.

DESCRIPTION. — Polypier irrégulièrement massif et plus ou moins tubéreux; pas d'holothèque visible, les polypiers étant profondément usés. Calices très inégaux (on observe une gemmation intercalicinal rapide) dont le diamètre moyen varie entre 3 et 5 mm. Éléments radiaires subdroits ou très peu arqués, entièrement confluent, régulièrement perforés (pores plus nombreux que dans l'espèce précédente : dans la région axiale on en compte 10-12 sur 2 mm à partir du bord axial); ils sont subégaux en épaisseur et peu inégaux en largeur; on observe, en effet, très peu de septes jeunes. Le caractère, qui nous semble distinguer cette espèce de toutes les autres du même genre, est l'irrégularité des trabécules qui, généralement composées et grossièrement prismatiques, ont leurs quatre arêtes très saillantes, aliformes; certaines ont une section losangique, le grand axe du losange étant, dans ce cas, toujours perpendiculaire au plan de l'élément radiaire auquel appartient la trabécule. Dans la région périphérique des septes, les sections trabéculaires deviennent plus irrégulières, par suite probablement de la soudure de deux trabécules contiguës; la plus grande dimension de la section (dans le sens du rayon calicinal) atteint alors jusqu'à 500 μ et plus. Cavité axiale réduite. Synaptiques peu nombreuses. Pas de traverses visibles.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Se distingue de toutes les espèces que nous connaissons par la taille, l'irrégularité et la variation de forme des trabécules.

Conclusions.

Dans le matériel qui nous a été confié nous avons reconnu 12 espèces différentes de Madréporaires qui se répartissent dans 10 genres et 6 familles.

Le mauvais état de conservation des fossiles a rendu difficile leur identification. Si l'on considère cependant l'ensemble de cette petite faune, son âge jurassique supérieur est certain. Nous n'avons trouvé d'affinités (deux espèces communes seulement) qu'avec la faune portlandienne de Stramberg. Il faut noter, par contre, l'absence complète d'espèces décrites, soit dans

le Portlandien du Portugal, soit dans celui de la Haute-Provence par Koby.

Malgré les difficultés rencontrées pour reconnaître les caractères systématiques, nous nous sommes trouvés dans l'obligation d'introduire, dans la nomenclature, un nouveau genre (*Claustraepsis*) et sept espèces nouvelles auxquelles il faudra ajouter deux espèces de *Microsolènes* quand des matériaux, plus nombreux et mieux conservés, permettront l'observation de caractères morphologiques et structuraux plus sûrs.

Bibliographie.

- ALLOITEAU J. (1947). — Polypiers du Gargasien aragonais. *An. Esc. Per. agr., Esp. agrop. y Serv. tecn. Agric.*, vol. VI, p. 189 et suiv.
- (1948). — Polypiers des couches albiennes à grandes Trigonies de Padern (Aude). *B. S. G. F.*, (5), XVIII, p. 699-738, pl. XXVI et XXVII.
- (1952). — In J. PIVETEAU, *Traité de Paléontologie*, t. I, Paris, Masson et C^{ie}.
- (1957). — Contribution à la systématique des Madréporaires fossiles. 2 vol., Paris, Centre nat. rech. scient.
- (1958). — Monographie des Madréporaires fossiles de Madagascar. *Ann. géol. Madagascar*, n° XXV.
- (1960). — Sur le genre *Clausastrea*. *Ann. Paléont.*, t. XLVI, fasc. I, pp. 17 et 19, pl. III, fig. 1 et 5.
- BECKER E. et MILASCHWITSCH C. (1875-1876). — Die Korallen der Nattheimer Schichten. *Paleontographica*, Bd XXI.
- BENDUKIDZE N. S. (1949). — Les Coraux du Jurassique supérieur de Racha et de l'Ossétie du Sud. *Ak. Nauk gruz. S. S. R., Trudy géol. Inst.*, sér. géol., t. 5 (10), p. 55-172, 2 tabl., 9 pl.
- BÖLSCHKE W. (1866). — Die Korallen des nord-deutschen Jura und Kreide Gebirges. *Zeitsch. deut. géol. Ges.*, Bd XVIII, p. 439-486, pl. VII-IX.
- BUSNARDO R. et DURAND DELGA M. (1960). — Données nouvelles sur le Jurassique et le Crétacé inférieur dans l'Est des Cordillères bétiques (régions d'Alcoy et d'Alicante). *B. S. G. F.* (7), II, p. 278-287.
- COTTEAU G. et LORIOU P. DE (1867). — Monographie géologique et paléontologique de l'étage portlandien du département de l'Yonne. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*, vol. XXV, p. 467-496, pl. II-XV.
- DIETRICH W. O. (1926). — Steinkorallen des Malms und der Unterkreide im südlichen deutsch-Ostafrika. *Paleontogr.*, suppl. VII, Reihe II, Teil I, Lief. 2, p. 40-102, pl. X-XIV.
- (1933). — Zur Stratigraphie der Tendaguru Schichten in Deutsch Afrika. *Zentralbl. Min.*, Abt. B, n° 7, p. 423-428.
- DUNCAN P. M. (1867-1872). — A monograph of the British fossil Corals. Second ser. being a supplement to the « Monograph of the British Fossil Corals » (by MILNE-EDWARDS and Jules HAIME). *Paleontogr. Soc. London*.
- EDWARDS M. (1857-1860). — Histoire naturelle des coralliaires ou polypes proprement dits. 3 vol., Paris.
- EDWARDS M. et HAIME J. (1848-1851). — Recherches sur la structure et la classification des polypiers récents et fossiles. *Ann. Sc. nat.*, 3^e sér., Zool., t. X, Paris.
- ÉTALLON A. et THURMANN J. (1864). — *Lethea Bruntrutana*. *Neue Denkschr. schw. Ges. ges. Naturwiss.*, Bd XX, p. 359, tab. 50.
- FELIX J. (1903). — Die Anthozoenfauna des Glandarienkalkes. I. Teil. In Die fossil Fauna des libanesischen Jurakalkes. *Beitr. Pal. Geol. Österreich Ungarns und Orients*. Bd 15, p. 165-183, pl. 16-17.
- FROMENTEL E. DE (1856). — Note sur les polypiers fossiles de l'étage portlandien de la Haute-Saône. *B. S. G. F.*, (2), XII, p. 851-865.
- (1857). — Description des polypiers fossiles de l'étage néocomien. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. Yonne*.
- (1862). — Monographie des polypiers jurassiques supérieurs de l'étage portlandien. *Mém. Soc. linn. Normandie*, t. XII, n° 1, 56 p., 7 pl.
- (1864). — Polypiers coralliens des environs de Gray considérés dans leurs rapports avec ceux des bassins coralliens de la France et dans leur développement pendant la durée de cet étage. *Ibid.*, t. XIV, n° 4, p. 1-43, pl. I-XV.
- (1862-1887). — In D'ORBIGNY, *Paléontologie française*, Terrains crétacés, t. VIII, Zoophytes.
- GEYER O. F. (1954). — Die oberjurassische Korallenfauna von Württemberg. *Palaeontographica*, Bd 104, Abt. A, Lief. 4-6, p. 121-220, pl. IX-XVI.
- (1955). — Korallen Fauna aus dem Oberen Jura von Portugal. *Senckenbergiana Lethea*, Bd 35, nos 5-6, p. 317-456, pl. 3.
- GOLDFUSS A. (1826-1833). — *Petrefacta Germaniae*. T. I, Coraux, p. 42-82, pl. 12-38.
- GREGORIO A. DE (1894). — Coralli giura di Sicilia. *Natur. Sicil.*, vol. 13, n° 12, p. 2, tab. 51.
- GREGORY J. W. (1900). — The corals Jurassic fauna of Cutch. *Pal. India*, ser. IX, vol. 2, 195 p., pl. 2 à 27.
- KOBY F. (1881-1890). — Monographie des polypiers jurassiques de la Suisse. *Mém. Soc. paléont. suisse*, vol. VII-XVI.
- MICHELIN H. (1840-1847). — Iconographie zoophytologique. Description par localités et terrains des polypiers fossiles de France et pays environnants.
- Ogilvie M. M. (1897). — Die Korallen der Strambergerschichten. *Palaeontologische Studien über die Grenzsichten der Jura und Kreide-Formation im Gebiete der Karpathen, Alpen und Apenninen*. Abt. VII. *Palaeont. Mitt. Mus. Bayr. Staates*, Bd III.
- ORBIGNY A. D' (1849). — Note sur des polypiers fossiles, 12 p. Paris.
- (1850-1852). — *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*. 3 vol., Masson, Paris.
- REUSS A. E. (1864). — Anthozoen der Kössener Schichten. *Sitzungber. k. Ak. Wiss., Mat.-Nat. Kl.*, Bd L, p. 153.
- SPEYER C. W. (1913). — Die Korallen der Kelheimer Jura. *Palaeontographica*, Bd LIX, p. 193-250, pl. 21-25.
- VAUGHAN T. W. et WELLS J. W. (1943). — Revision of the suborders, families and genera of the *Madreporaria Hexacorallia*. *Geol. Soc. America, Spec. Papers*, n° 44.
- ZUFFARDI-COMERCI R. (1931). — Corallari e idrozoi del giurassico della Somalia. *Pal. italica*, vol. 32, p. 49-80, 2 pl.
- (1938). — Corallari e idrozoi giurassici dell'Ogaden (A. O. I.). *Ibid.*, vol. 32, suppl. 3, p. 1-9, pl. I-II.

LÉGENDES DES PLANCHES IX ET X.

PLANCHE IX.

- FIG. 1. — *Fungiastraea cf. oculata* (Koby) OGILVIE *sp.* ; une partie polie de la face calicifère ($\times 3$).
 FIG. 2. — *Epismilia sp.* ; en haut, la partie distale du polypier après polissage du calice ($\times 1$) ; en bas, le polypier vu de profil après polissage des régions proximale et distale ($\times 1$).
 FIG. 3. — *Id.* ; partie distale du polypier après polissage ($\times 3$).
 FIG. 4. — *Microsolena sp.* n° 2 ; face calicifère légèrement polie ($\times 1$).
 FIG. 5. — *Adelocoenia parvistella nov. sp.* ; face calicifère du polypier après un polissage superficiel ($\times 1$).
 FIG. 6. — *Placophora valentiensis nov. sp.* ; face calicifère complète ($\times 1$).
 FIG. 7. — *Microsolena sp.* n° 1 ; face calicifère légèrement polie ($\times 1$).
 FIG. 8. — *Vallimeandra portlandica nov. sp.* ; une partie de la face calicifère après polissage superficiel ($\times 1$).
 FIG. 9. — *Stylina milleporacea* OGILVIE 1884 ; une partie de la face calicifère après polissage tangentiel ($\times 4$).
 FIG. 10. — *Clausastraeopsis querolensis nov. gen., nov. sp.* ; partie de la face calicifère du polypier dont une région (à gauche) a été légèrement polie ($\times 1$).

PLANCHE X.

- FIG. 1. — *Clausastraeopsis querolensis nov. gen., nov. sp.* ; région polie de la face calicifère représentée pl. IX, fig. 10 ($\times 3$).
 FIG. 2. — *Microsolena sp.* n° 2 ; partie de la face calicifère polie tangentiellement ($\times 4$).
 FIG. 3. — *Fungiastraea cf. oculata* (Koby) OGILVIE *sp.* ; partie de la face calicifère dont une région, en haut, à gauche, a été polie ($\times 1$).
 FIG. 4 et 5. — *Ovalastrea subalternata nov. sp.*
 4 : face calicifère dont une région a été polie tangentiellement ($\times 1$) ; 5 : Une partie de la région polie ($\times 3$).
 FIG. 6. — *Vallimeandra portlandica nov. sp.* ; face calicifère dont la partie gauche a été polie ($\times 1$).
 FIG. 7. — *Placophora valentiensis nov. sp.* ; une partie de la région polie de la face calicifère représentée pl. I, fig. 6 ($\times 3$).
 FIG. 8. — *Microsolena sp.* n° 1 ; une partie de la face calicifère après polissage tangentiel ($\times 4$).
 FIG. 9. — *Adelocoenia parvistella nov. sp.* ; une partie de la face calicifère après polissage tangentiel ($\times 4$).
-

Monniera dans le Tithonique récifal de l'Est des Cordillères bétiques

par Gaston ASTRE *.

Sommaire. — Les calcaires récifaux à Polypiers, étudiés dans la note de J. Alloiteau, ont fourni de petits Dicératidés du genre *Monniera*. Il s'agit de formes connues jusqu'à présent dans le « Tithonique récifal » (Portlandien ou Infravalanginien) du Languedoc.

M. M. Durand Delga a bien voulu me soumettre quelques restes de Dicératidés qu'il a recueillis en 1956, en compagnie de M. R. Busnardo, dans les Cordillères bétiques (Espagne du Sud) et plus précisément dans le domaine pré-bétique.

GISEMENT : Jurassique des environs d'Alcoy (à 80 km au N d'Alicante), près de la ferme de la Querola, au sein d'un calcaire « récifal » à Polypiers situé à 60 m au-dessous du Valanginien marno-calcaire à fossiles pyriteux. La coupe est décrite par R. Busnardo et M. Durand Delga ¹.

MATÉRIEL RÉCOLTÉ : 4 valves gauches (3 longues de 2,5 à 3 cm, 1 longue de 3,3 cm), 1 éclat de roche avec empreinte et fragment de crochet, 2 fragments de moules internes.

DESCRIPTION. — Empâtés, partiellement brisés, ces restes insuffisants ne m'ont pas permis de réussir une préparation de charnière, ce qui, par défaut des caractères internes, rend impossible toute détermination stricte. Autre condition défavorable : l'absence de valve libre, qui serait désirable pour asseoir une identification sur l'examen extérieur.

Toutefois la forme assez typique de la valve gauche autorise une détermination très probable. Face latérale externe comprimée, avec crochet non proéminent, aplati lui aussi latéralement, au point d'en devenir presque rentré, très régulièrement enroulé en spirale plane : carène obtuse, de section un peu arrondie, telle qu'elle se voit d'après les couches internes (les externes d'aspect fibreux n'ayant subsisté que par plages) : face latérale interne bombée, mais déclive.

DÉTERMINATION. — Une telle forme appartient à ce groupe de Dicératidés qui font transition morphologique entre *Diceras* et *Matheronia* et stratigraphique entre Jurassique et Crétacé.

La ressemblance du galbe est à peu près complète avec *Heterodicerias luci* DEFR. 1819, de Mont-Salève, l'Échaillon, bois de Moinier, Rougon, Stramberg. J'ai comparé directement aux exemplaires du Salève (Haute-Savoie) et aussi à celui de la collection Ramière du Tithonique du col de Ferrières (Gard) déterminé et cité par Yin ².

Chez *Heterodicerias* les insertions musculaires sont sur des surfaces qui se relient au plancher cardinal : une dent, différente, plus forte, ajoute une autre marque essentielle ³. De ces caractères internes nous ne pouvons rien vérifier.

Aussi portons attention sur un détail qui, quoique externe, semble d'une certaine valeur. Chez *Heterodicerias*, la pointe du crochet se présente en cône libre et obtus ; nous le constatons sur les exemplaires précités du Salève et du Gard, également sur toutes les figures idoines de cette espèce par de Saussure ⁴ et par Favre ⁵ : détail

* Note présentée à la séance du 28 mars 1960.

1. BUSNARDO R. et DURAND DELGA M. (1960) : Données nouvelles sur le Jurassique et le Crétacé inférieur dans l'Est des cordillères bétiques (régions d'Alcoy et d'Alicante). *B. S. G. F.*, (7), II, p. 278-287. Les Madrépores ont été étudiés par J. Alloiteau : Madréporaires du Portlandien de la Querola près Alcoy (Espagne). *Ibid.*, (7), II, 1960, p. 288-299, pl. IX et X.

2. YIN Tsan-Hsun (1931) : Étude de la faune du Tithonique coralligène du Gard et de l'Hérault. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Lyon*, fasc. 17, mém. 14, p. 102.

3. DOUVILLÉ H. (1910) : *Diceras luci*. *Palaeontologia universalis*, fiches 173, 173 a, 173 b.

4. SAUSSURE H. B. DE (1780) : Voyages dans les Alpes. T. I, cf. pl. II, fig. 1. — Ce sont les figures par cet auteur que DeFrance avait en vue quand il établit l'espèce en 1819 (*Dict. des Sc. nat.*, t. 13).

5. FAVRE A. (1843) : Observations sur les *Diceras*. *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève*, t. 10, pl. I, fig. 2.

d'autant plus vrai qu'il a été bien représenté sur ces figures (en quelque sorte, spontanément), alors que le texte ne le mentionne guère.

Or là réside une différence des fossiles de la Querola. Au lieu de se terminer par un cône obtus, le sommet du crochet s'enroule suivant une suture spirale bien tracée; comme l'ensemble est comprimé, on y observe l'apparence que donne un opercule plan de Gastéropode à nucleus spiral : cela est constant (comme le galbe d'enroulement) sur les 4 exemplaires de la Querola où le crochet est conservé.

Cette disposition, évoquant déjà mais imparfaitement un crochet de *Matheronia*, existe dans un genre voisin d'*Heterodicerias*, *Monnieria*⁶, intermédiaire (comme le dit Paquier) dans une « série continue ayant rattaché *Heterodicerias* à *Matheronia* », filiation qui d'ailleurs avait été pressentie par M. Douvillé⁷. On la voit sur la figure 4 de la pl. XXIII de Paquier, représentant *Monnieria romani* PAQ. 1897. On la voit avec la plus grande netteté sur la figure donnée par Yin⁸ d'un sujet de cette espèce du Tithonique du bois de Moinier (Gard).

Cette figure de Yin est rigoureusement identique, sous tous rapports, aux exemplaires espagnols ici étudiés. Elle entraîne la conviction.

Les Diceratidés du gîte de la Querola peuvent être rattachés à *Monnieria sp.* ou *Monnieria cf. romani* PAQ. Quel que soit le point d'interrogation dont on tempère cette désignation, dans l'attente de découvertes plus instructives, il s'agit de types du Portlandien ou de l'Infra-

valanginien, du faciès tithonique récifal (*Heterodicerias luci* et *Monnieria romani* se rencontrent ensemble dans ce terrain en Languedoc).

Quelques remarques sur ces exemplaires de la Querola :

a) Le manque de carène très aiguë résulte peut-être de ce que les couches externes sont tombées, là où elles nous l'auraient fait voir : une observation le laisse penser, par exemple chez *Heterodicerias*, où l'acuité de la carène, due à une saillie pincée des lames externes, ne se retrouve qu'assez amortie sur les internes ;

b) La taille est petite, commune aux sept restes ramenés de ce gîte : là vivait un groupe diminutif, dont les individus ne semblent pas s'être développés comme ceux du Languedoc, peut-être en raison d'une condition physico-chimique du milieu ou d'une prolifération trop contiguë des Coraux ;

c) La présence de *Monnieria* (ou d'un type très voisin) montre une extension de l'aire (du Midi de la France) jusqu'au Sud de l'Espagne ;

d) Elle décèle quelque affinité du Languedoc dans le faciès récifal du Portlandien et du Tithonique des Cordillères bétiques.

6. PAQUIER V. (1897) : Sur quelques Diceratinés nouveaux du Tithonique. *B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 843-851, fig. 1-2 et pl. XXIII.

7. DOUVILLÉ H. (1887) : Sur quelques formes peu connues de la famille des Chamidés. *B. S. G. F.*, (3), XV, p. 756-802, fig. 1-18, pl. XXVIII-XXXI, cf. p. 763.

8. YIN T.-H. (1931) : *Op. cit.*, cf. pl. XIII, fig. 3.

Une coupe du Tertiaire prébétique de Benitachell (prov. d'Alicante, Espagne)

par Michel DURAND DELGA et Jean MAGNÉ*.

Sommaire. — Dans le chaînon de Benitachell, au-dessus des calcaires néritiques crétacés (dont le sommet appartient au Campanien), viennent plus de 300 m de calcaires massifs de l'Éocène moyen-supérieur, débutant par un mince conglomérat de base. Un puissant Oligocène supérieur surmonte directement l'Éocène, sans discordance appréciable. Il montre à la base des alternances de marnes et de calcaires à Lépidocyclines, puis des marno-calcaires gréseux, ensuite une barre calcaire (à *Miogypsinoides*), enfin des marnes bleues, dont la base contient, comme aussi les assises précédentes, une microfaune à Globigérines et *Almaena* de l'Oligocène supérieur.

Cette série nummulitique de Benitachell, surtout calcaire et très incomplète, diffère profondément de la série de la région d'Alfaz, essentiellement marneuse depuis le Sénonien jusqu'à l'Oligocène, et qui a fait l'objet d'une étude antérieure. Ces deux domaines paléogéographiques sont probablement séparés par une coupure tectonique importante.

L'extrémité nord-est des Cordillères bétiques est marquée par une avancée du continent en direction des Baléares. Les chaînons les plus méridionaux de la zone prébétique — couverture relativement autochtone du bâti ancien de la Meseta — y déterminent deux alignements montagneux, dirigés WSW-ENE : l'un — celui du Mongo, qui domine Jávea — se prolonge dans le cap San Antonio, le second — plus méridional — marque le rivage entre Moraira et le cap de la Nao.

L'armature de ces reliefs est due aux calcaires généralement néritiques du Crétacé. Le plus méridional montre en outre des calcaires éocènes : en allant vers l'Ouest, ces calcaires se développent dans les chaînons, à structure complexe, situés entre Callosa de Ensarria, Alcoy, Villena et Jijona, dont notre confrère B. Garcia-Rodrigo [1959] a entrepris l'étude. Séparant les deux chaînons du cap San Antonio et du cap de la Nao, s'étale la large dépression de Benitachell, remplie de marnes considérées comme miocènes [Darder, 1945].

Le chaînon côtier au S de Benitachell montre une série tectoniquement fort simple, partiellement examinée par l'un de nous (M. D. D.) en 1957. Les Foraminifères extraits des marnes alors recueillies (J. M.) et les microfaciès (M. D. D.) ont été étudiés récemment. Les connaissances géologiques sur ce chaînon, auquel les anciens auteurs, si l'on en croit l'« Expli-

cación » de Lucas Mallada, ne s'étaient guère intéressés, sont dues pour l'essentiel aux travaux de P. Fallot et M. Gignoux [1927], puis de B. Darder Pericás [1945]. Au point de vue cartographique, mentionnons l'utile carte géologique du Levant au 150 000^e, qui accompagne la thèse de ce dernier auteur, et la carte régulière au 50 000^e de Jávea (1954), dont les contours correspondent à peu près, à ceux de B. Darder.

Nos investigations ont porté sur deux coupes complémentaires. Pour le sommet du Crétacé et la base de l'Éocène, nous avons examiné la coupe de la route de Jávea à La Granadella ; pour la partie supérieure de l'Éocène et l'Oligocène, nous avons réexaminé une coupe déjà notée par P. Fallot et M. Gignoux, au SE immédiat de Benitachell.

1. COUPE AU N DE LA GRANADELLA. — Les calcaires crétacés formant la base du chaînon au S de Benitachell ont une épaisseur visible de l'ordre de 500 m. Généralement massifs (faciès « urgonien »), ils admettent deux niveaux marneux à *Orbitolina* [Fallot et Gignoux, 1927] : le plus bas (situé à la base de la série crétacée observable) a livré à B. Darder *O. conoidea-discoidea* (Aptien ?), le plus haut *O. concava*

* Note présentée à la séance du 28 mars 1960. Texte définitif remis le 7 mai 1960.

(Cénomaniens ?). Selon B. Darder, l'Éocène repose directement sur ce Crétacé moyen, alors que P. Fallot et M. Gignoux mentionnent entre eux des « calcaires à silex du Crétacé supérieur ».

Dans la coupe relevée au SW de la Casa Castellar, le long de la route de Jávea à La Granadella, petite plage située à 3 km à l'W du cap de la Nao, le sommet de la série crétacée est formé de calcaires à grain fin, en petits bancs séparés par des interlits marneux.

A 15 m sous l'Éocène, le calcaire, de teinte rosée, chargé d'argile en grumeaux, possède un faciès néritique avec nombreux Ostracodes, Miliolidés, Mélobésiées, débris d'Oursins et de Mollusques.

Immédiatement sous l'Éocène, le faciès est celui d'un calcaire marneux riche en Rosalines, Globigérines, avec de rares *Pithonella* gr. *ovalis*. Un lavage dans les marnes associées a fourni une association du Campanien¹ : *Globotruncana fornicata* PLUMMER (F.), *G. lapparenti* BROTZEN (F.), *G. cf. arca* (CUSHMAN) (A. F.), *G. elevata stuartiformis* DALBIEZ (A. F.), *G. conica* WHITE (A. R.), *G. elevata elevata* BROTZEN (R.), *Ventilabrella cf. eggeri* CUSHMAN (A. F.), *Gumbelina* sp. (A. F.), *Bolivinoidea decorata* (JONES) (A. R.).

Les calcaires éocènes, plongeant à 30°-40° vers le Nord-Nord-Ouest, reposent en apparente concordance sur ce Campanien, qui apparaît toutefois plus plissé que sa couverture. La base du Nummulitique est marquée, le long de la route, par un conglomérat (moins de 1 m d'épaisseur) formé de galets de calcaires crétacés, plus ou moins bien roulés, dont la dimension n'excède pas 20 cm. Certains de ces galets montrent, en lame mince, au milieu du faciès « pélagique » de calcaire marneux à Rosalines et Globigérines, des houppes de *Microcodium* : parfois en voie de désagrégation, souvent intactes et évidemment *in situ*, ces accumulations algaires (s'il s'agit bien d'Algues, comme on l'admet généralement) se sont manifestement édifiées en milieu franchement marin, contrairement à l'idée que l'on se fait souvent de ces organismes, considérés comme de milieu saumâtre, voire lacustre.

Au-dessus de cet horizon de conglomérats, la série éocène, dans le fond du ravin situé quelques centaines de mètres à l'W de la Casa Castellar, semble mesurer plus de 300 m de puissance. Elle montre des calcaires gris blanchâtre, d'aspect assez grossier en général, organogènes (fréquentes concrétions de Mélobésiées, Polypiers, Mollusques, etc.).

Les couches les plus basses contiennent d'in-

nombrables débris, de l'ordre de 1 mm, de calcaires crétacés à Rosalines, etc., cimentés par de la calcite englobant de fréquentes Mélobésiées, de petits Rotalidés, de nombreux *Halkyardia* (genre qui débute dans l'Éocène inférieur et qui atteint l'Oligocène), des Gypsinidés, des Amphistégines, *Asterigerina*, etc. A une cinquantaine de mètres de la base, cet Éocène, outre des *Halkyardia*, des Miliolidés, des Amphistégines, est riche en Rotalidés, dont certains, d'après M^{me} M. Neumann, se rapportent à des *Lockhartia*, et en Nummulites qui appartiennent, selon le professeur R. Abrard, au groupe de *N. incrassatus* DE LA HARPE, dont l'apparition se situe au Lutétien supérieur mais qui se poursuit jusque dans l'Oligocène.

2. COUPE AU SE DE BENITACHELL. — Nous n'avons pas inventorié la masse même des calcaires éocènes. Leur sommet, par contre, a été examiné au voisinage du chemin muletier de Benitachell à La Granadella, et plus spécialement le long de l'arête qui, du sommet Llorensa (440 m), se dirige vers le Nord-Est.

Cette coupe a été déjà figurée par P. Fallot et M. Gignoux [1927, fig. 8, p. 29] puis par B. Darder [1945, t. 2, p. 512]. Elle montre de bas en haut :

1. Calcaires blancs, compacts.
- 2 a. Marnes blanchâtres (10 à 15 m).
- 2 b. Calcaires durs, à Lépidocyclines, alternant avec des couches marneuses (40 m).
- 2 c. Marnes alternant avec marno-calcaires (25 m).
- 2 d. Marno-calcaires gréseux, grisâtres (120 m).
3. Calcaires blancs d'aspect cristallin (20 m environ).
4. Marnes bleutées, très puissantes.

Les calcaires 1 déterminent les reliefs du Puig de Benitachell (= Llorensa) : les couches, qui plongent à environ 20° N près du sommet, se ploient brusquement en genou sur le flanc nord. Quant aux termes plus élevés (2, 3 et base de 4), leurs assises sont à peu près verticales. Les épaisseurs sont données d'après des mesures faites sur une photographie panoramique obligeamment communiquée par M. Fallot : il faut noter que l'ensemble des assises 2 (a, b, c, d) mesure environ 200 m, alors que B. Darder [1945] leur attribue seulement 65 m.

Les calcaires 1, dans lesquels P. Fallot et M. Gignoux ont noté de « grandes Nummulites », B. Darder de « petites Nummulites », sont très riches en Mélobésiées et en menus débris d'Oursins, parfois aussi de Bryozoaires,

1. F. : fréquent ; A. F. : assez fréquent ; A. R. : assez rare ; R. : rare.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
PLANCTON.									
<i>Globigerina ampliapertura</i> BOLLI.....	AR		AR	AR	R				
<i>Gl. cf. ampliapertura</i>		AR							AF
<i>Gl. bulloides</i> D'ORB.....									F
<i>Gl. cf. bulloides</i>	AR	AR	AR	AR		R	AR	R	
<i>Gl. ciperoensis</i> BOLLI.....	AR	AR	AR	AR	R		AR	R	AF
<i>Gl. cf. opima</i> (BOLLI).....			AR		R				
<i>Gl. venezuelana</i> HEDBERG.....		AR		R					
<i>Gl. cf. venezuelana</i>	AR								R
<i>Gl. sp.</i>		R	AR	AR	R	R	AR	R	AF
<i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS).....									AR
BENTHOS : formes à test calcaire.									
<i>Almaena escornebovensis</i> var. <i>obesa</i> (SIGAL).....									AF
<i>A. hieroglyphica</i> (SIGAL).....			R						
<i>A. osnabrugensis</i> (ROEMER).....			AR				AF	AR	AF
<i>A. cf. osnabrugensis</i>	AR			AF	R	TR		R	
<i>A. sp.</i>	AR	R		AF					
<i>Cancris auriculus</i> (FICHTEL et MOLL).....							R		AR
<i>Gyroidina complanata</i> CUSH. et STAINF.		R							
<i>G. cf. complanata</i>	R								
<i>G. girardana</i> (REUSS).....			R	AR	AF			R	
<i>G. cf. girardana</i>							AR		
<i>G. girardana</i> (REUSS) var.	AF								
<i>G. sp.</i>		R							AR
<i>Siphonina</i> sp.....				R					
<i>Valvulineria</i> sp.....	R								
<i>Discorbis globularis</i> (D'ORB.).....									AR
<i>Rotalia</i> sp.....							R		
<i>Neorotalia</i> cf. <i>byramensis</i> (CUSH.).....	TR				R				
<i>N. sp.</i>		R							
<i>Cibicides dutemplei</i> (D'ORB.).....	AF			F	AF		AF	AR	AF
<i>C. cf. dutemplei</i>			F						
<i>C. lobatulus</i> (WALK. et JACOB).....	AF						F		AF
<i>C. cf. mexicanus</i> NUTT.....							AR		AR
<i>C. cf. perlucidus</i> NUTT.....	R								
<i>C. sp.</i>	AF	F	F	F	F	AF	AF	AF	
<i>Planulina renzi</i> CUSH. et STAINF.	R								
<i>Pl. cf. renzi</i>		R							
<i>Pl. sp.</i>			AR						
<i>Anomalina</i> cf. <i>dorri</i> COLE.....		R							
<i>A. grosserugosa</i> (GÜMB.).....				R					AR
<i>Nonion</i> aff. <i>barleanum</i> (WILL.).....					AR				
<i>N. cf. elongatum</i> D'ORB.....							AF		
<i>N. pompilioides</i> (FICHT. et MOLL).....	AR	AR		AF					
<i>N. cf. pompilioides</i>									AR
<i>N. soldanii</i> (D'ORB.).....		AR	AR			R			
<i>N. cf. soldanii</i>	AR				AR				
<i>N. sp.</i>					AR		AF		
<i>Nonionella</i> sp.....					AR		AR		
<i>Elphidium minutum</i> (REUSS).....							AR		
<i>E. cf. minutum</i>									AR
<i>E. cf. ungeri</i> (REUSS).....									AR
<i>E. sp.</i>				R					
<i>Bulimina kasselensis</i> BATJES.....									AR
<i>B. sp.</i>							AR		
<i>Uvigerina auberiana</i> var. <i>attenuata</i> CUSH. et RENZ.....					AR				A

TABLEAU 1. — Microfaunes oligocènes de Benitachell.

Signification des abréviations : TR = très rare ; R = rare ; AR = assez rare ; AF = assez fréquent ; F = fréquent ; TF = très fréquent.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>
BENTHOS : formes à test calcaire.									
<i>U. sp.</i>	AR	AR	AR	AF	AR	AR		AR	
<i>Bolivina cf. anastomosa</i> FINLAY			AR	AR					
<i>B. aff. anastomosa</i>				AF			AF		
<i>B. cf. tectiformis</i> CUSH.	AR								
<i>B. sp.</i>		AR		AF		AF			AF
<i>Stilostomella curvatura var. spinea</i> CUSH.	AR	R		AF					
<i>S. verneuli</i> (D'ORB.)			AR	F	AR	AF			AF
<i>S. sp.</i>			AR						
<i>Virgulina schreibersiana</i> CZJZEK.			AR		R		AR		
<i>V. cf. schreibersiana</i>		AR							
<i>Loxostoma sp.</i>							AR		
<i>Cassidulina subglobosa</i> BRADY	AF		AR						
<i>C. cf. subglobosa</i>				R					
<i>C. sp.</i>		AR							
<i>Pullenia bulloides</i> (D'ORB.)		R			R	R	R	R	AR
<i>Sphaeroidina bulloides</i> (D'ORB.)	AR				AR				
<i>Lagena sp.</i>	R	R							
<i>Lenticulina sp.</i>		AR	AR		AF	R	AR		
<i>Marginulina cf. murex</i> (BATSCH)				R					
<i>Lagenonodosaria sp.</i>				AR	AR	R		R	
<i>Vaginulinopsis sp.</i>				R			R		
<i>Amphicoryne sp.</i>				R					
<i>Vaginulina cf. badenensis</i> D'ORB.							R		
<i>Dentalina communis</i> (D'ORB.)							R		
<i>D. cf. communis</i>									AR
<i>Miliolidae</i>	AR		R	TR					
<i>Sigmoilina sp.</i>				R					
<i>Chilostomella cf. oolina</i> SCHW.				R					
<i>Asterigerina planorbis</i> D'ORB.			AR	AR			AF	AR	AF
<i>A. cf. planorbis</i>		R							
<i>Amphistegina sp.</i>			R						
BENTHOS : formes à test arénacé.									
<i>Spiroplectammina carinata</i> (D'ORB.)	AR	R	R	AF	AF	F	F	F	AF
<i>Textularia sp.</i>	AF	AR	AR	AR	AF		AR		
<i>Involutina sp.</i>									AF
<i>Haplophragmoides sp.</i>					R				
<i>Martinottiella cf. communis</i> (D'ORB.)						R			
<i>M. sp.</i>	AR			AR	AF				R
<i>Gaudryina sp.</i>					AR				R
<i>Clavulinoides sp.</i>					R				
ORGANISMES DIVERS.									
Ostracodes	TR	AF	TR	TR	TR				AF
Radioles d'Oursins		F	TR	TR	TR			TR	
Spicules de Spongiaires									AF

TABLEAU 1 (suite).

de Polypiers, avec des Miliolidés, des Textulariidés, des Ostracodes, des Gypsinidés. A quelque 25 m sous leur sommet, ces calcaires ont montré quelques *Halkyardia*, des Amphistégines, quelques Nummulites et de nombreuses Hétérostégines. Ce dernier groupe apparaît en fait au Bartonien. Selon toute vraisemblance, nous sommes donc, à ce niveau, au moins dans l'Éocène supérieur.

Il est fort curieux de constater que, à quelques mètres sous le sommet des calcaires *I*, on se trouve dans des couches organogènes oligocènes à gros Rotalidés pustuleux, Operculines, Amphistégines, débris de Lépidocyclines (*Eulopidina*), *Austrotrillina*. Ce dernier genre de Miliolidés caractérise l'Oligocène supérieur.

Cet étage se poursuit par des horizons de faciès variés (2 *a*, *b*, *c*, *d* ; 3, 4), souvent mar-

neux, qui ont fourni des microfaunes, généralement riches mais assez uniformes : en général les formes benthoniques dominant, le plancton étant réduit (sauf dans l'échantillon *i* le plus élevé de la série, qui est très riche, particulièrement en formes pélagiques). Le tableau 1 regroupe les données microfauniques. Ces listes ne sont pas exhaustives : une étude plus détaillée des Foraminifères sera ultérieurement donnée (J. M.).

Les *marnes 2 a* ont fourni des microfaunes (micr. *a* et *b*) de l'Oligocène supérieur. En plaque mince, on note l'abondance relative des petits Ostracodes et la grande pauvreté en quartz détritique. C'est probablement ce niveau qui a fourni à P. Fallot et M. Gignoux *Flabellipecten ugolinii*.

Les *alternances de calcaires et marnes 2 b* fournissent, au lavage, des microfaunes (*c* et *d*) voisines des précédentes. Les calcaires sont généralement pétris de Lépidocyclines, appartenant aux genres *Eulepidina* et *Nephrolepidina*, dont la taille peut dépasser 1 cm. On y observe en outre, en abondance, des Amphistégines, Operculines, Hétérostégines, gros Rotalidés pustuleux et Rupertiidés. Il s'y ajoute des Mélobésiées, des Miliolidés (dont des Biloculines), des fragments d'Échinodermes, de Bryozoaires, de Dentales. Du quartz détritique apparaît à certains niveaux.

Dans le *niveau 2 c*, les marnes l'emportent sur les horizons plus calcaires. Ceux-ci, chargés d'argile et de nombreux très petits quartz anguleux, comportent une association banale, avec débris triturés d'Oursins, Lithothamnées, petits Ostracodes, petits Rotalidés, le tout accompagné de Microforaminifères nombreux et variés (micr. *e*).

Quant aux *marno-calcaires gréseux 2 d*, leur microfaciès ne se différencie guère de celui des horizons calcaires du *niveau 2 c*. De rares Rotalidés pustuleux et Amphistégines en constituent les éléments les plus intéressants. Les microfaunes dégagées, provenant des couches plus marneuses (micr. *f* et *g*), sont analogues à celles des niveaux sous-jacents. Certains horizons sont riches en Oursins. Les premiers exemplaires recueillis par P. Fallot et M. Gignoux étaient mal conservés : ils avaient été déterminés par Cottreau comme d'âge éocène supérieur. B. Darder, sur de meilleures récoltes soumises à J. Lambert, put, à plus juste titre, indiquer leur âge « aquitanien » (*Pericosmus hispanicus* COTT., *Echinolampas vilanovae* COTT., etc.).

La *barre calcaire 3* détermine une série de

pitons alignés parallèlement à l'axe du chaînon, et sur son flanc nord. Un échantillon recueilli à sa base, le long du sentier muletier Benitachell-La Granadella, a montré de nombreuses Amphistégines, de gros Rotalidés pustuleux, des Operculines, des Hétérostégines et quelques petites Lépidocyclines appartenant, selon M^{me} Neumann, au genre *Nephrolepidina*, avec des débris d'*Eulepidina*. La microfaune *h* a été observée immédiatement au-dessous.

Au sommet de la barre, sur le même chemin, on relève une association analogue. Toutefois on note la présence de *Miogypsinoides*, en très grande abondance ; les Lépidocyclines, toujours à l'état de débris, sont rares.

Les *marnes bleutées 4*, qui surmontent les calcaires *3*, sont difficiles à observer, bien qu'elles affleurent jusqu'à Benitachell : les éluvions, couvertes de vignes, les masquent souvent. Notons seulement qu'un échantillon de marnes (micr. *i*), prélevé à 15 m au-dessus des calcaires *3* à *Miogypsinoides*, contient encore d'assez nombreux *Almaena* de l'Oligocène supérieur.

CONCLUSIONS STRATIGRAPHIQUES. — Si l'on réunit l'ensemble des données sur le chaînon de Benitachell, la série stratigraphique, déjà soupçonnée (pour l'essentiel) par B. Darder, paraît la suivante.

Crétacé : des calcaires massifs, à horizons marneux avec Orbitolines aptiennes (?) à la base, cénomaniennes (?) plus haut, sont datés à leur sommet du Campanien, par une riche association de *Globotruncana*. Épaisseur totale observable : de l'ordre de 500 m.

Éocène : des calcaires massifs (de l'ordre de 300 m), débutant par un mince conglomérat, comportent, à une cinquantaine de mètres de leur base, l'association *Halkyardia-Nummulites* gr. *incrassatus* et vers leur sommet l'association *Halkyardia-Heterostegina* (au moins Bartonien). Si l'on se base sur ces données, encore bien insuffisantes, l'Éocène transgressif appartiendrait surtout, sinon totalement, au Lutétien-Priabonien.

Oligocène supérieur (« Chattien ») : L'extrême sommet de la barre « éocène » appartient déjà à l'Oligocène supérieur, à *Eulepidina* et *Austrotrillina*, etc. L'apparente concordance sur l'Éocène sous-jacent n'exclut pas l'absence quasi certaine d'une partie de l'Éocène supérieur (?) et de l'Oligocène inférieur-moyen.

Ces calcaires de base sont suivis par au moins 250 m d'assises qui contiennent, malgré leur diversité de faciès, les mêmes associations de Microforaminifères. Quant aux grands Forami-

fères, ils consistent, à la base, en très fréquentes Lépidocyclines (sans Nummulites ni Miogypsines), en *Miogypsinoïdes* vers le haut (avec des fragments triturés de Lépidocyclines). Si l'on se base sur les Globigérines et sur les *Almaena*, on est toujours dans l'Oligocène supérieur, alors que les auteurs antérieurs attribuaient ces marnes bleutées, en totalité, au Miocène.

CONCLUSIONS STRUCTURALES. — Cette série de Benitachell possède les caractères typiques du domaine prébétique : absence de tout l'Éocène inférieur (ou de sa plus grande partie), repos direct de l'épaisse série de calcaires massifs de l'Éocène moyen-supérieur sur le Sénonien, transgression d'un Oligocène déjà élevé sur l'Éocène.

Si nous nous sommes quelque peu étendus sur l'analyse de cette série stratigraphique, c'est pour mettre en lumière les différences fondamentales qui la séparent de la série que nous avons décrite près d'Alfaz [Durand Delga et Magné, 1958]. Bien que cette localité se place à environ 30 km au Sud-Ouest, l'exact prolongement vers le Sud-Ouest des formations du chaînon de Benitachell doit arriver au contact direct de la zone d'Alfaz.

Rappelons que celle-ci montre une série presque uniquement marneuse, avec continuité presque absolue de sédimentation entre Sénonien, Danien, Paléocène, épais Yprésien et — comme nous le verrons ailleurs — Lutétien et Priabonien.

Notre rôle n'est pas d'aborder la question des rapports structuraux entre ces deux domaines paléogéographiques, que seule une bonne cartographie — comme celle qu'ont entreprise depuis 1958 nos excellents confrères espagnols B. Garcia-Rodrigo au Nord-Ouest, J. M. Rios avec ses collaborateurs A. Navarro, E. Trigueros et C. Villalón au Sud-Est — permettra de résoudre.

On peut cependant, dès à présent, soupçonner que le domaine d'Alfaz-Alicante, à puissante sédimentation marneuse au Nummulitique (« Subbétique »?) doit chevaucher le domaine de Benitachell-Alcoy, à sédimentation nummulitique incomplète et calcaire (Prébétique). Les grands affleurements triasiques de la région de Callosa de Ensarria, d'Orcheta et du S de Jijona jalonnaient cette zone de contacts anormaux, que R. Nicklès [1904] a depuis longtemps soupçonnée.

Bibliographie.

- DARDER PERICÁS B. (1945). — Estudio geológico del Sur de la provincia de Valencia y Norte de la de Alicante. *Bol. Inst. geol. y min. España*, t. LVII, fasc. 1, p. 59-366, et fasc. 2, p. 367-837, 1 carte au 150 000^e en couleurs.
- DURAND DELGA M. et MAGNÉ J. (1958). — Données stratigraphiques et micropaléontologiques sur le Nummulitique de l'Est des cordillères bétiques (Espagne). *Rev. Micropal.*, vol. 1, p. 155-175.
- FALLOT P. et GIGNOUX M. (1927). — Contribution à la connaissance des terrains néogènes et quaternaires marins sur les côtes méditerranéennes d'Espagne. *C. R. XIV^e Congr. géol. intern., Madrid*, 1926, p. 413-521.
- GARCIA-RODRIGO B. (1959). — Sur la tectonique de la chaîne prébétique au S d'Alcoy (Espagne). *C. R. somm. S. G. F.*, p. 63-64.
- MESEGUER PARDO J. (1954). — Mapa geológico de España, esc. 1/50 000^e, hoja n° 823, Jávea (Alicante), avec notice explicative, 56 p.
- NICKLÈS R. (1904). — Sur l'existence de phénomènes de charriage en Espagne dans la zone subbétique. *B. S. G. F.*, (4), IV, p. 223-247.

Les « konglomeratische Mergel » des Cordillères bétiques

par Solange DUPLAIX et Paul FALLOT*.

Sommaire. — Les auteurs de la présente note, après avoir replacé les « konglomeratische Mergel » dans leur cadre structural (Mischungszone pour les unes, base des Alpujarrides pour les autres), en décrivent les caractères pétrographiques et le mode de gisement. Ils proposent une nouvelle hypothèse quant à leur origine : ce seraient des roches résiduelles, résultant de la dissolution de la partie soluble de roches antérieures.

L'étude des minéraux lourds des « konglomeratische Mergel » montre qu'ils ne peuvent avoir été empruntés ni aux micaschistes de la Sierra Nevada, ni aux formations de la Mischungszone. Ils tireraient leur origine de terres émergées au Trias inférieur, éventuellement d'un domaine cristallophyllien prolongeant vers l'Est la nappe de Malaga.

Tous les auteurs hollandais qui, avec H. A. Brouwer, ont étudié le Bétique, y ont mentionné une formation aberrante qu'ils baptisèrent « konglomeratische Mergel ». On a, depuis, adopté ce terme parce que, ne sachant pas bien ce que c'est, il est difficile d'en trouver une traduction correcte. Mais il convient de noter immédiatement que ce n'est ni une marne ni un conglomérat.

SITUATION ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX. — Les Cordillères bétiques règnent dans le Sud de l'Andalousie. Affectées de deux larges plis de fond principaux en coulisse — ceux de la Sierra Nevada et de la Sierra de Filabres — elles sont constituées par l'empilement de trois ensembles principaux.

Le plus inférieur, dont le substratum est inconnu, consiste en au moins 5 à 6 000 m de micaschistes sombres qui admettent à mi-hauteur des épisodes gréseux stériles. Ce sont les *micaschistes de la Sierra Nevada*, d'âge totalement inconnu.

Pas très métamorphiques et pauvres en potasse, ils sont à rapporter à la mésozone supérieure.

La série qui leur fait suite, en discordance faible mais nette, est encore cristallophyllienne, mais riche en potasse, et ses micaschistes clairs plus ou moins gneissiques présentent des intercalations de marbres tout blancs, ou rayés de noir. C'est la « Mischungszone » ou « Mengzone » des Hollandais. Ceux-ci — et Zermatten en particulier — ont noté qu'elle comporte une partie inférieure pauvre en marbres, tandis que ceux-ci deviennent plus fréquents vers le haut. Ils peu-

vent y former [Faure-Muret, Fontboté et Fallot, 1959] des ensembles de plus de 100 m. D'après les mêmes auteurs, la « Mischungszone » qui dépasse 1 000 m de puissance dans l'E de la Sierra de Filabres, où elle est principalement gneissique, peut se trouver réduite à quelques dizaines de mètres, ou moins encore, comme dans l'W de la Sierra de Filabres (Pulpito).

La troisième série, dite des Alpujarrides, n'est plus métamorphique. Elle est essentiellement constituée par du Trias marin où furent datés le Virglorien, le Ladinien et le Norien. La base en est formée par des schistes phylliteux violacés, accompagnés ou non de grès. Des lentilles de gypse y sont fréquentes, ce qui incite à en faire du Werfénien.

Les figures 1, 2 et 3 montrent l'extension et l'allure de ces ensembles, dont les rapports sont diversement interprétés. Pour beaucoup de nos confrères espagnols, ils sont régulièrement et normalement superposés, la « Mischungszone » étant paléozoïque. L'école de Brouwer assimile la « Mischungszone » à l'enveloppe mésozoïque de la série de la Sierra Nevada, « mésozoïque » signifiant ici en tout cas le Trias et peut-être quelques termes plus élevés. D'une telle attribution il découlerait que les Alpujarrides sont certainement charriées puisqu'elles sont à leur tour essentiellement formées de Trias et débutent par le complexe phylliteux à gypse du Werfénien.

Les deux séries inférieures étant stériles, ces interprétations tectoniques ne sont basées sur aucune attribution stratigraphique valable.

* Note présentée à la séance du 28 mars 1960.

Les « konglomeratische Mergel », objet de cette note, apparaissent sporadiquement et dans la partie supérieure de la « Mischungszone » et associées aux schistes phylliteux de la base des Alpujarrides. On les connaît depuis l'W des Alpujarras jusqu'à la région de Carthagène sur une longueur de plus de 300 km. Elles forment des masses lenticulaires, irrégulières, de quelques décimètres à 10 ou 20 m de puissance, un peu à la manière des cargneules et sans jamais être en bancs continus. Quelquefois interstratifiées, elles peuvent aussi se trouver insérées mécaniquement dans des accidents tectoniques. Dans un seul cas à notre connaissance elles se présentent sous l'aspect d'un filon clastique dans les micaschistes, au SE de Rejano.

Elles ne sont jamais associées, sinon mécaniquement, aux schistes de la série de la Sierra Nevada.

ASPECTS PÉTROGRAPHIQUES. — La roche est grossière, en partie calcaire, hétérogène, jaunâtre ou couleur de rouille, du fait de la présence de limonite, souvent poreuse sans être vacuolaire. Elle contient en grand nombre de fins débris de minéraux et quelquefois des fragments de roches (jusqu'à 10 mm) qui peuvent être identifiés soit à des micaschistes, soit à des schistes ardoisiers, soit à des marbres. Zeilmans van Emmichoven [1925, p. 113] y aurait observé des dolomies ressemblant à celles du Trias. L'étude au microscope n'a jamais été concluante.

J. Westerweld [1929, p. 111] décrit ces roches comme mylonitisées et comportant un agrégat de carbonates, probablement de la dolomite, un ciment de calcite unissant des débris de phyllites, de plagioclases, de séricite en lamelles. Zermatten [1929, p. 49, pl. XIV et XV], distingue deux types de « konglomeratische Mergel ». L'un correspond à une roche détritique comportant un ciment calcaire dans lequel sont irrégulièrement répartis du quartz, en fragments plus ou moins corrodés, de la muscovite, des débris de schistes chloriteux ; dans certains cas (B^{co} del Torrente, Nigüelas) les débris sont plus ou moins arrondis. L'autre type, mylonitique, associé aux marbres et dolomies comporte des fragments anguleux de feldspath, de l'épidote, de l'albite, de l'ilménite, de la tourmaline, des fragments de gneiss et de séricito-schistes, les débris étant aigus.

D'autres descriptions analogues ont été données sans qu'il en ressorte de conclusions.

M^{me} Jérémme voulut bien étudier, voici quelques années, certains échantillons recueillis par l'un de nous.

Voici ses remarques pour trois d'entre eux :

a) *Vers La Gofa dans le B^{co} Zorrano* : calcaire à albite, biotite, tourmaline, rutile avec fragments de quartz, de chloritoschiste (clinocllore), de séricite, de micaschiste à tourmaline, de chloritoschiste à tourmaline, de rutile.

b) *Rive gauche du Rio Bodurria, à l'Est de la cote 1551* : marbre (dolomie) à albite, phlogopite, quartz, rutile, zircon, avec accumulation de produits ferrugineux d'altération.

c) Un second échantillon du même affleurement correspond à un calcaire cristallin à albite et phlogopite avec fragments de schistes très riches en petits cristaux réguliers de tourmaline et de rutile. Un fragment avec une grosse albite criblée d'inclusions.

Et M^{me} Jérémme concluait : « ces fragments sont différents des schistes de la Sierra Nevada. D'où provient la phlogopite ? »

En fait, le caractère anguleux des débris minéraux ne paraît pas lié à une mylonitisation. Dans des « konglomeratische Mergel » sans aucun écrasement figurent des éléments très peu émoussés.

Dans ces exemples, que l'on pourrait d'ailleurs multiplier, quand la tourmaline n'est pas en prismes isolés, ses associations à du mica ou du rutile et d'autres minéraux s'observent dans de petits fragments de micaschiste ou de gneiss qui sont là à l'état clastique. Aucun de ces minéraux ni même l'albite ne se présente comme de néoformation. Le seul minéral qui ait pris naissance tardivement est la pyrite, mais selon un processus indépendant de tout métamorphisme. Le ciment de calcite par son mode de recristallisation évoque dans certains cas une marmorisation.

MODE DE GISEMENT. — Les « konglomeratische Mergel » apparaissent de façon irrégulière, jusqu'ici uniquement associées à la « Mischungszone » et aux éléments alpujarrides, à l'exclusion du Bétique de la Sierra Nevada.

a) *Mischungszone*. Les figures 3 A, B et C suffisent à montrer que cette formation y est associée soit aux marbres soit aux micaschistes.

Toujours à peu près intacte, jamais absolument écrasée, elle apparaît comme le résidu plus ou moins transformé d'un dépôt qui faisait partie de la série. Elle n'y est jamais injectée comme un élément étranger, mais ses rapports avec les roches encaissantes sont analogues à ceux des cargneules avec les leurs.

b) *Alpujarrides*. Zermatten a mis en évidence l'existence de lentilles de « konglomeratische Mergel » dans les phyllites violettes à gypse du pied sud du Cerro de Juan Canals, à l'E de la Calahorra. On en trouve dans des positions analogues en de nombreux points. En général

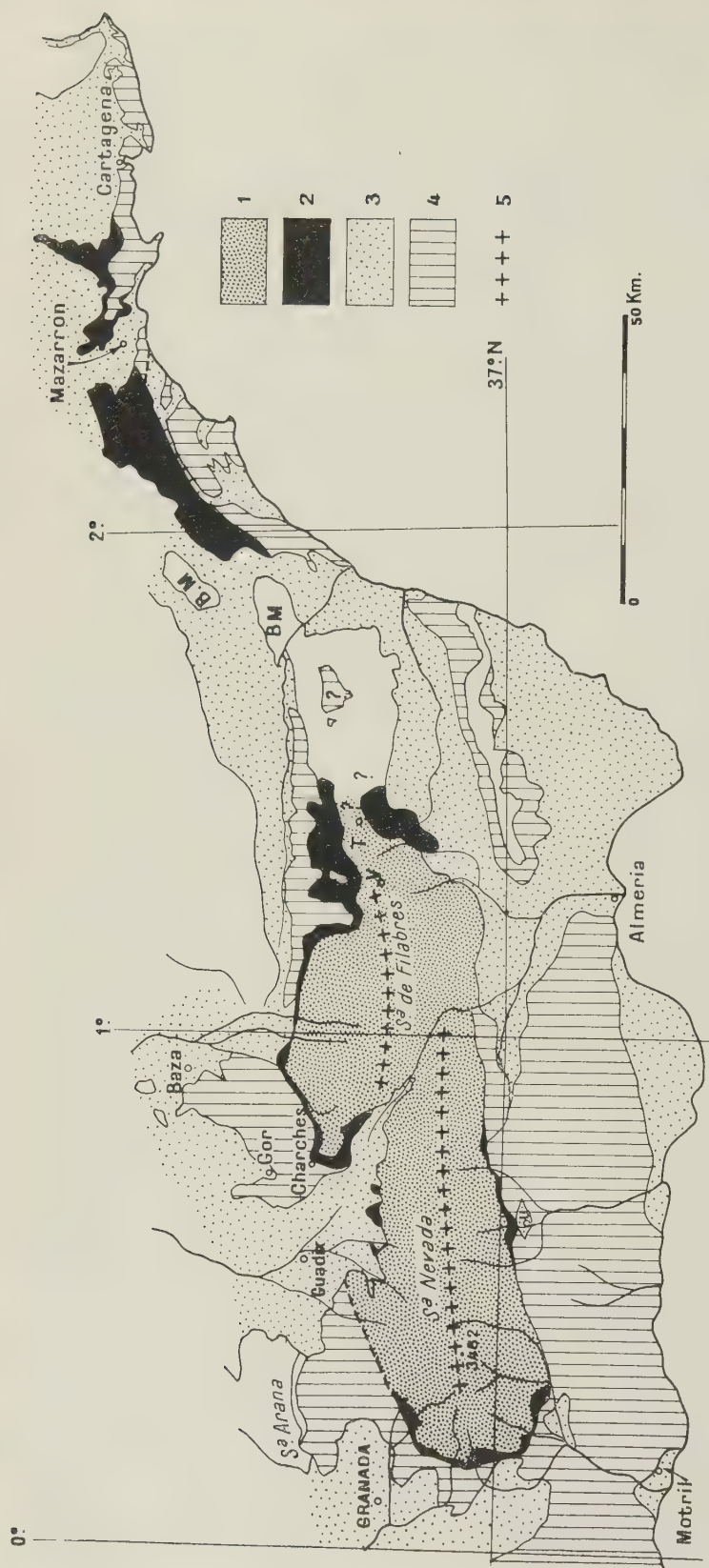


FIG. 1. — Situation des unités bétiques.

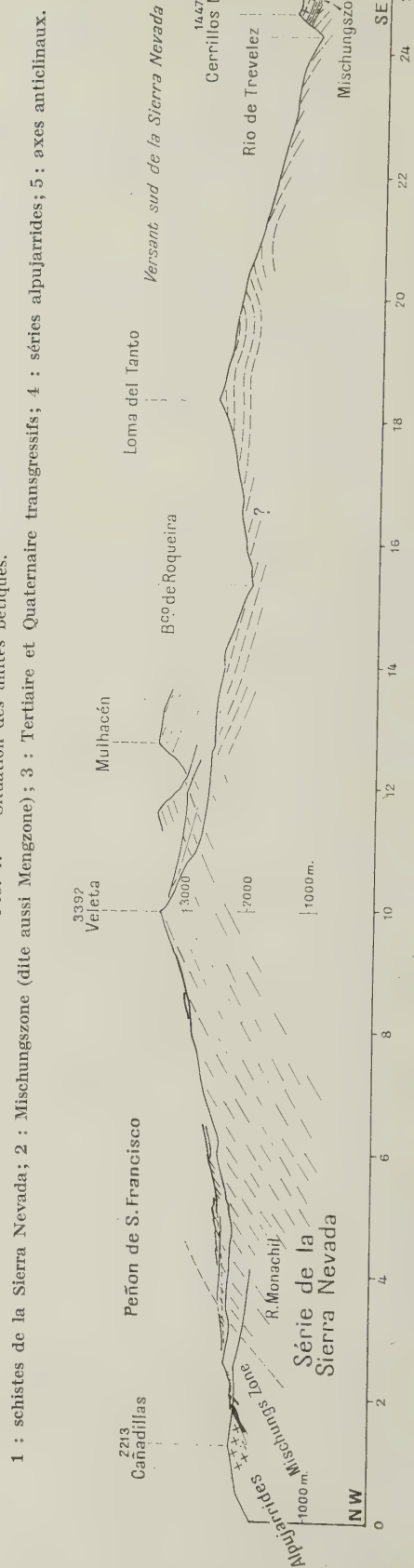


FIG. 2. — Profil à travers la Sierra Nevada.

elles sont d'extension et d'épaisseur faibles (par exemple vers le km 65 de la route Grenade-Motril, fig. 3 D). Exceptionnellement elles prennent plus d'ampleur, notamment entre les dolomies virgloriennes et les phyllites werféniennes de la base sud-ouest du Picon de Gor (fig. 3 E).

Les « konglomeratische Mergel » apparaissant à la fois dans ces deux unités différentes, il importera entre autres de préciser si elles sont partout identiques à elles-mêmes, ou si elles diffèrent de l'une à l'autre.

NATURE ET ORIGINE POSSIBLE DES « KONGLOMERATISCHE MERGEL ». — Les « konglomeratische Mergel » ne sont pas de simples roches sédimentaires plus ou moins clastiques. Elles ne forment pas d'horizons définis. La masse dans laquelle sont épars leurs débris minéraux n'offre pas les caractères d'un dépôt stratifié, marin ou d'eau douce. D'autre part ce ne sont pas des roches métamorphiques et il n'y a pas lieu d'y voir tantôt des mylonites tantôt des dépôts sédimentaires, même si, localement, une recristallisation secondaire de la calcite leur donne en plaque mince un aspect marmoréen. Nous croyons — mais sans autres indices que son mode de gisement et certaines ressemblances avec les cargneules — qu'il s'agit d'une roche résiduelle.

On peut penser que des dépôts gypso-salins se trouvant vidés par dissolution de leurs sels solubles, tous les éléments clastiques, les dépôts argileux et calcaires qui y étaient épars se seront irrégulièrement concentrés en masses hétérogènes qui, sous la pression des roches encaissantes, auront acquis une relative compacité. Ces éléments clastiques variés, calcaires et insolubles, de la « konglomeratische Mergel » seraient ceux qui constituaient les délits argileux ou détritiques intercalés entre les couches de sels solubles. Une fois ces derniers disparus, le résidu forma une sorte de concentré hétérogène dont les éléments furent soudés par de la calcite de néoformation.

Nous ne voyons pas d'explication qui rende mieux compte du mode de gisement et de l'aspect tant macroscopique que microscopique de la roche.

C'est l'hypothèse que nous adopterons dans les lignes qui suivent.

Nous ne savons pas quelle fut la partie soluble de la roche initiale. Si elle avait simplement consisté en sulfate de chaux, on ne comprendrait pas pourquoi le gypse est conservé en lentilles au voisinage même de paquets de « konglome-

ratiscche Mergel », qui sont supposés être des résidus de la dissolution de ce même minéral. Il paraît plus probable que l'élément soluble ait été un chlorure ou une association de chlorures et de sulfates, mais c'est là pure hypothèse.

En tout cas notre roche résiduelle, par sa compacité, par l'absence de vacuoles, implique ceci que la disparition des éléments solubles a dû s'accompagner d'une concentration de ce qui en restait, de recristallisation des carbonates, puis de compressions, quelquefois accompagnées d'un léger métamorphisme.

Si son origine demeure sujette à discussion, cette roche ambiguë peut quand même nous apporter des données intéressantes. En effet, l'étude minéralogique et statistique de ses éléments clastiques insolubles semble jeter des lueurs sur la constitution géologique des terres émergées dont ils provinrent forcément par lessivage. Considérée sous cet angle, cette formation paraît présenter un indéniable intérêt parce qu'elle fait apparaître un facteur nouveau dans la constitution géologique de la région.

Les « konglomeratische Mergel » existant dans la « Mischungszone » et dans le Werfénién alpujarride, il importait de savoir, d'une part si elles diffèrent selon leur appartenance à l'une ou à l'autre, d'autre part si leurs éléments clastiques proviennent des schistes de la Sierra Nevada ou du Cristallophyllien de la « Mischungszone » elle-même.

CONSTITUTION DES « KONGLOMERATISCHE MERGEL ». — Devant les incertitudes auxquelles aboutit l'étude macroscopique et microscopique, l'un de nous (P. F.) se tourna vers des laboratoires spécialisés dans l'étude des roches sédimentaires, mais sans succès.

M^{lle} A. Faure-Muret, qui examina au microscope les récoltes pétrographiques faites dans ces régions par MM. Fontboté, Solé et l'un de nous, eut l'idée d'attaquer les « konglomeratische Mergel » à l'acide. Il apparut alors que la dissolution des carbonates, à l'état de débris ou recristallisés, qui forment un ciment, libère un résidu où peuvent être étudiés tous ces fragments minéraux dont la plaque mince ne met pas convenablement en évidence les caractères.

Cette technique permit à une des signataires de cette note (S. D.) de commencer à exploiter ce champ nouveau, examinant 26 échantillons dont, à titre de comparaison, un certain nombre de vraies cargneules des Alpes et de l'Afrique du Nord.

Ce premier essai n'a porté que sur des prélèvements de 10 à 20 g dont le résidu insoluble

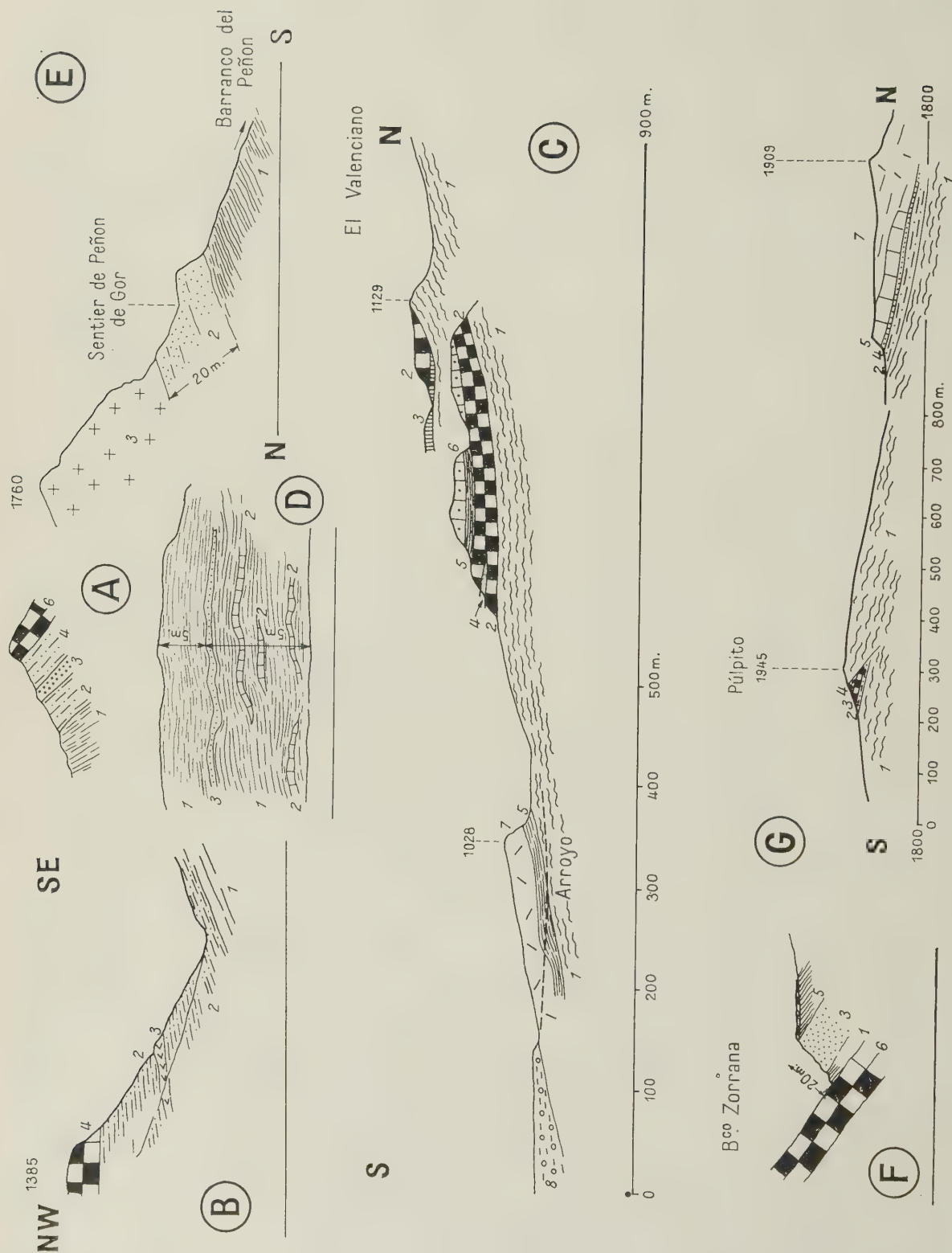


FIG. 3. (Voir légende, page 313.)

a varié de 8 à 59 %. Malgré le faible volume et le petit nombre de prises d'essai, des caractères très nets purent être mis en évidence.

Pour les besoins des comparaisons géologiques ultérieures, les échantillons étudiés ont été répartis ici en trois catégories :

— « Konglomeratische Mergel » de la *Mischungszone* : 5 échantillons (17, 19, 22, 24, 26).

— « Konglomeratische Mergel » des *Alpujarrides* : 3 échantillons (11, 14, 25).

— « Konglomeratische Mergel » provenant du contact entre ces unités et dont l'appartenance à l'un ou l'autre demeure sujet à caution : 5 échantillons (15, 18, 20, 21, 23).

Les figures 3 (A à G) fixent la position géologique de certaines des « konglomeratische Mergel » étudiées.

Les échantillons provenant de divers secteurs de la « *Mischungszone* » présentent tous une composition analogue caractérisée par de la tourmaline incolore ou faiblement pléochroïque, du rutile brun-rouge, exceptionnellement de l'épidote, du feldspath, de la chlorite, du mica noir, de la phlogopite, du mica blanc (rare) et du quartz qui peut être bipyramidé. La hornblende est très rare. Les grains sont en général faiblement émoussés.

Cinq autres concentrés proviennent de roches dont la position au contact de la « *Mischungszone* » et du Werfénien alpujarride rend le rat-

tachement tectonique incertain, ainsi qu'il ressort par exemple des figures 3 F et G. Ils ont montré, outre de petits fragments de mica-schistes et de roches phylliteuses, des associations minérales analogues caractérisées en particulier par les mêmes tourmalines, les mêmes micas noirs et quelquefois la phlogopite, du rutile rouge-brun, du quartz, de la chlorite, du chloritoïde, exceptionnellement de l'enstatite abondante, de très rares zircons et sphènes.

Trois échantillons proviennent indubitablement du Werfénien alpujarride. Ils présentent encore, sauf dans l'un d'eux provenant du massif du Picon de Gor, de la tourmaline incolore ou faiblement pléochroïque, du rutile brun-rouge, du feldspath et du quartz émoussé. En outre s'ajoute de la pyrite en cubes et en dodécaèdres.

Tous les concentrés ont ainsi en commun cette tourmaline incolore ou faiblement pléochroïque qui paraît très caractéristique, et les autres minéraux, en proportions variables, s'y retrouvent aussi. La pyrite est particulièrement fréquente dans les échantillons du Werfénien alpujarride et ses caractères s'accordent bien, selon M. Orcel, avec l'âge triasique des dépôts encaissants, quoique la possibilité d'une néoformation à une époque quelconque ne soit pas exclue.

Sur le total des concentrés, les n^{os} 11, 14 et 15 présentent, par cette pyrite, un air de famille très net. Ils correspondent, pour deux d'entre eux (11 et 14), à une « konglomeratische Mergel » certainement alpujarride.

Le troisième provient du contact entre « *Mischungszone* » et Trias alpujarride, et son rattachement à l'un ou à l'autre, reste douteux. Toutefois la présence de cette pyrite caractéristique nous incline à l'attribuer au Werfénien alpujarride.

Le résultat essentiel de ces comparaisons est que nous sommes amenés dans l'état actuel de notre enquête, à penser que les étroites ressemblances des concentrés alpujarrides et de ceux de la « *Mischungszone* » soulignent une parenté géologique entre les deux formations et leur confèrent en quelque sorte un caractère commun. C'est donc du lessivage des mêmes formations cristallophylliennes que paraissent être provenus les minéraux de toutes ces roches résiduelles.

Que furent ces formations cristallophylliennes ? Appartiennent-elles à l'une ou l'autre des séries bétiques, telles que nous les connaissons ?

FIG. 3.

- A : Est cote 1551, amont du confluent des Rios Tejera et Bodurria. 1 : micaschistes ; 2 : micaschistes gneissiques ; 3 : « konglomeratische Mergel » (concentré 17) ; 4 : micaschistes gneissiques ; 6 : marbres.
- B : Profil du flanc sud-est de la cote 1385, Las Piletas, Sud-Ouest Cortijo del Cura. 1 : micaschistes sombres de la Sierra Nevada ; 2 : micaschistes gneissiques de la « *Mischungszone* » ; 3 : « konglomeratische Mergel » (concentré 26) ; 4 : marbres.
- C : Profil de l'éperon de El Valenciano, région de Fiñana. 1 : micaschistes gneissiques ; 2 : marbres zonés de noir et de blanc ; 3 : zone minéralisée (Fe) ; 4 : « konglomeratische Mergel » (concentré 24) ; 5 : schistes phylliteux violets (des Alpujarrides) ; 6 : calcaires en plaquettes du Trias, recristallisés ; 7 : calcaires et dolomies du Trias ; 8 : Quaternaire.
- D : Carrière de gypse à hauteur du km 65 de la route Grenade-Motril (Alpujarrides). 1 : schistes phylliteux violets ; 2 : gypse ; 3 : « konglomeratische Mergel ».
- E : Versant de l'éperon cote 1760 du Barranco del Peñon, Sentier de Gor au Picon de Gor. 1 : schistes phylliteux violets du Werfénien ; 2 : « konglomeratische Mergel » (concentré 11) ; 3 : dolomies du Virgloren.
- F : Barranco Zorrana, aval du confluent du Rio Bodurria et du Rio Tejera, Ouest de La Galfa. 1 : micaschistes ; 3 : « konglomeratische Mergel » (concentré 20) ; 5 : phyllites alpujarrides ; 6 : marbres de la « *Mischungszone* ».
- G : Profil du Pulpito. 1 : micaschistes sombres de la Sierra Nevada ; 2 : micaschistes gneissiques de la « *Mischungszone* » ; 3 : marbres zonés ; 4 : « konglomeratische Mergel » (concentré 15) ; 5 : calcaires dolomitiques alpujarrides ? ; 7 : dolomies.

PROVENANCE	MINÉRAUX DU CONCENTRÉ	POIDS DU CONCENTRÉ EN % DU POIDS DE L'ÉCHAN- TILLON	ÉTAT D'USURE
17 Versant ouest du Rio Boduria, E cote 1351, amont du confluent Arroyo Tejera. <i>Mengzone.</i>	Tourmaline incolore, quelques grains légèrement pléochroïques; rutile brun-rouge très rare; mica noir, phlogopite; feldspath parfois prismatique; quartz rare.	8	Frais, peu émousé.
19 Fond ravin de l'Entredicho, SE Rejano. <i>Mengzone.</i>	Rutile brun-rouge et épidote abondante; tourmaline jaune légèrement pléochroïque; hornblende verte très rare; mica noir, quelquefois phlogopite; chlorite; feldspath; quartz extrêmement rare.	33,4	Légèrement émousé.
22 Ravin à l'W du C° de Remolines; dans marbres. <i>Mengzone.</i>	Peu de minéraux lourds: tourmaline incolore ou légèrement pléochroïque; rutile brun-rouge; mica noir; feldspath; quartz souvent bipyramidés à inclusions minérales, bords corrodés.	22,5	Émousé.
24 Éperon de El Valenciano, N de Fiñana à 5 m au-dessus de la base des calcaires marmoréens. <i>Mengzone.</i>	Peu de minéraux lourds: tourmaline incolore; rutile brun-rouge; sphène; quartz; mica blanc rare; mica noir altéré très abondant; fragment de roche avec mica blanc et quartz.	35	Peu émousé.
26 Banc intercalé dans les micaschistes, W du Cortijo del Cura. Las Piletas. <i>Mengzone.</i>	Tourmaline incolore abondante, quelques grains faiblement colorés; rutile brun-rouge abondant; mica noir hexagonal phlogopite; feldspath abondant, souvent prismatique.	10,5	Peu émousé.
21 Sous phyllites et sur <i>Mengzone</i> . Versant entre Rio de Gor et cote 1385, SE de Gor. <i>Mengzone ou Alpujarrides.</i>	Pas de minéraux lourds: fragments anguleux de micaschistes et de roches chloriteuses; quartz.	59	Non émousé.
23 Colline SW de la Solana (Rio de Gor), SW cote 1450. <i>Entre Mengzone et Alpujarrides.</i>	Peu de minéraux lourds: tourmaline incolore ou légèrement pléochroïque; rutile brun-rouge; chloritoïde très rare; mica noir altéré; chlorite; feldspath; quartz quelquefois bipyramidés à inclusions minérales, bords corrodés.	34,8	Légèrement émousé.
18 Carrière de gypse, WSW cote 1365. <i>Rambla del Atochar. Mengzone ou Alpujarrides.</i>	Peu de minéraux lourds: tourmaline incolore ou légèrement pléochroïque, rutile brun-rouge; quartz quelquefois bipyramidés, bords corrodés; feldspath; chlorite; mica noir, un peu de phlogopite.	27	Émousé.
20 Pied nord du Barranco Zorrano, W La Gofa, probablement base des phyllites alpujarrides.	Enstatite; rutile brun-rouge; tourmaline incolore ou peu colorée; chlorite; mica noir faiblement coloré; feldspath; quartz quelquefois bipyramidé à inclusions minérales, bords souvent corrodés; débris de micaschistes et de gneiss.	26,4	Émousé.
11 N B° del Peñon de Gor. <i>Alpujarrides.</i>	Pyrite légèrement altérée, dodécaèdres pentagonaux et cubes; rutile brun-rouge très rare; quartz; feldspath.	39,3	Émousé
14 W du Picon de Gor. <i>Alpujarrides.</i>	Pyrite, dodécaèdres pentagonaux et cubes; quartz; feldspath.	35	Émousé
15 Bord nord de Pulpito. Probablement à rapporter aux <i>Alpujarrides</i> .	Pyrite peu abondante: dodécaèdres pentagonaux et cubes; tourmaline presque incolore et rutile brun-rouge abondants; zircon; sphène; mica noir altéré; mica blanc; quartz; feldspath.	24	Émousé.
25 N du Cortijo del Rollo, flanc ouest, éperon non coté, massif du Picon de Gor. <i>Alpujarrides.</i>	Minéraux lourds très rares: tourmaline incolore; quartz, très rares grains bipyramidés, bords corrodés; feldspath.	27	Légèrement émousé.

TABLEAU 1. — Minéraux des « konglomeratische Mergel ».

Pour chercher un premier élément de réponse à cette question on a prélevé et broyé divers échantillons des roches — d'ailleurs peu variées — qui appartiennent aux deux séries métamorphiques, afin de comparer, en des états analogues, leurs constituants minéralogiques à ceux des concentrés provenant des « konglomeratische Mergel ».

Le résultat est frappant en ceci que ces

broyats sont nettement différents de nos concentrés (tabl. 2).

Ceux qui proviennent des micaschistes de la Sierra Nevada comportent beaucoup de chloritoïde et de grenat, la tourmaline rare est toujours très colorée et de pléochroïsme accusé. Dans un grès, à ces minéraux très rares, s'ajoutent de petits zircons émoussés abondants et de l'épidote très rare.

PROVENANCE		MINÉRAUX DES ROCHES
SÉRIE DE LA SIERRA NEVADA	Micaschistes, N du lambeau du Pulpito (S ^a de Filabres).	Chloritoïde et grenat abondants ; tourmaline très rare à pléochroïsme net ; apatite très rare ; chlorite.
	Micaschistes, S des ardoises. La Petronila (S ^a de Filabres).	Chloritoïde et grenat abondants ; tourmaline très rare à pléochroïsme net ; chlorite.
	Micaschistes sur grès, cote 1529. E de Buenavista (S ^a de Filabres).	Chloritoïde et grenat abondants ; tourmaline très rare à pléochroïsme net ; chlorite.
	Grès intercalés dans micaschistes. Région de Tablas (S ^a de Filabres).	Zircon abondant, grains émoussés, de petite taille ; grenat, tourmaline, épidote, chloritoïde très rare.
SÉRIE DE LA MISCHUNGSZONE	Micaschiste, W de El Raposo (S ^a de Filabres).	Grenat et chloritoïde abondants ; apatite très rare ; chlorite.
	Micaschiste, route de Caniles près maison forest. sous cote 1767 (S ^a de Filabres).	Épidote, tourmaline à pléochroïsme très accentué ; zircon, apatite, rutile jaune.
	Gneiss, km 31, route du Veleta (versant nord S ^a Nevada).	Tourmaline brune très abondante, à pléochroïsme très accentué ; grenat abondant ; apatite rare ; zircon de petite dimension extrêmement rare.
	Gneiss, Pulpito (1 m sous les marbres) (S ^a de Filabres).	Épidote ; tourmaline brune à pléochroïsme très accentué ; zircon, grenat, rutile jaune, apatite.
	Aplite dans micaschistes, SE cote 1313. Basse Rambla del Agua (S ^a de Filabres).	Tourmaline brune à pléochroïsme très accentué, de grande dimension, et apatite très abondants.
	Dolérite intercalée dans les marbres supérieurs. Los Olmos-Bodurria (S ^a de Filabres).	Amphibole et épidote très abondants ; rutile jaune extrêmement rare ; chlorite.

TABLEAU 2. — Minéraux observés dans les broyats des séries de la Sierra Nevada et de la « Mischungszone ».

Les roches de la « Mischungszone » — micaschistes, gneiss, aplite écrasée — ont fourni pareillement du chloritoïde, des grenats abondants, des tourmalines très colorées avec accessoirement du zircon, de l'apatite et du rutile jaune. On trouve aussi de l'amphibole et de l'épidote abondantes, dans une dolérite de Los Olmos. La phlogopite et l'enstatite n'apparaissent nulle part dans les broyats ; la tourmaline, brune, est très colorée et souvent de grande dimension, à prisme large, le rutile est jaune, alors que dans les résidus de « konglomera-

tische Mergel » il est brun-rouge et que les tourmalines, de plus petite taille, sont toujours incolores.

Le nombre des prélèvements et des comparaisons auxquels nous avons pu nous livrer est évidemment trop faible pour apporter une certitude. Mais il n'en ressort pas moins que ce ne sont très probablement des affleurements *ni* de la « Mischungszone », *ni* des schistes de la Sierra Nevada qui ont fourni les minéraux accumulés dans les « konglomeratische Mergel ». M^{me} Jérémme, on l'a vu, soulignait, de son

côté, le défaut de parenté avec la série de la Sierra Nevada.

Il faut en conclure que ces matériaux proviennent d'ailleurs, avec ce corollaire que, assez faiblement émoussés, ils n'ont pas subi un important transport. Mais on n'a aucune possibilité d'en préciser l'origine, puisque nulle autre formation cristallophyllienne n'existe dans la région. Tout au plus est-on fondé à penser, vu l'allure tectonique des Cordillères bétiques, qu'ils ont pu provenir de terres émergées situées plus ou moins loin au Sud des chaînes actuelles.

Si l'on s'en tient aux vues synthétiques encore en usage, la nappe de Malaga étant considérée, dans l'Ouest, comme superposée aux Alpujarrides, c'est la prolongation radicale orientale, aujourd'hui sous-marine, de ce Bétique supérieur qui pourrait être évoquée ici.

Ce qui en est connu comporte principalement un Paléozoïque non métamorphique, mais aucun échantillon propre à une telle étude n'en fut encore prélevé. Nous ne pouvons que signaler l'intérêt qu'il y aurait à rechercher dans cette unité tectonique des roches susceptibles de fournir les tourmalines si caractéristiques de nos « konglomeratische Mergel ».

Ce problème à part, les faits mis en évidence ci-dessus apportent un élément nouveau dans l'interprétation tectonique des unités bétiques.

La quasi identité des concentrés obtenus des « konglomeratische Mergel » du Werfénien alpujarride et de la « Mischungszone », dont l'âge n'est pas défini, indique que, lors du dépôt du sédiment originel, ce furent les mêmes formations cristallophylliennes qui se trouvèrent à l'origine de ces apports. Si la base du Werfénien alpujarride repose sans hiatus tectonique sur son substratum, cela revient à dire que l'érosion de ce Cristallophyllien a débuté à une époque antétriasique indéterminée (celle du dépôt des couches de la « Mischungszone ») et s'est poursuivie jusqu'à la fin du Werfénien, ce qui est assez peu satisfaisant.

On a vu que l'école de H. A. Brouwer attribue théoriquement une partie de la « Mischungszone » au Trias. Dans ce cas, le lessivage du territoire cristallophyllien qui fournit les minéraux clastiques de toutes ces « konglomeratische Mergel » n'aurait duré que pendant une partie des temps triasiques, hypothèse qui paraît mieux s'accorder avec les caractères à la fois très constants et particuliers que nous venons d'y mettre en évidence.

Il faut admettre alors que les Alpujarrides sont charriées sur la « Mischungszone », notion conforme aux conceptions de nos confrères hol-

landais, mais qui est rejetée par beaucoup de géologues.

Les minéraux étudiés proviendraient de terres émergées qui ont pu avoisiner les bassins de sédimentation des deux séries partiellement contemporaines, avant leur transport tectonique et la métamorphisation de celle qui devint la « Mischungszone ».

CONCLUSION. — La méthode de dissolution utilisée a permis d'analyser les éléments minéraux et fragments de roches qui figurent à l'état clastique dans les « konglomeratische Mergel ». Mais le petit nombre des échantillons disponibles, comme la dimension réduite des prises d'essai, ne permettent pas de tirer des conclusions absolues. Celles que nous apportons ne doivent être considérées que comme une première approximation.

Sous cette réserve, la tentative mentionnée ici montre que, par ce moyen, on peut se faire une idée des roches qui affleuraient au voisinage du bassin où se sont déposés et les sédiments originels aujourd'hui disparus ou transformés, et, dans leur série, les éléments clastiques qui, ultérieurement remaniés, font aujourd'hui partie des « konglomeratische Mergel ».

Par extension, il s'avère possible d'étudier les cargneules selon le même procédé. Celles-ci, dans les exemplaires alpins ou nord-africains examinés, n'ont comporté, soit dit en passant, qu'une infime proportion de minéraux lourds ; mais cela ne veut pas dire que d'autres cas ne puissent être plus révélateurs.

Quant au Bétique, l'interprétation des « konglomeratische Mergel » en tant que roches résiduelles, demeure hypothétique. Mais de toute façon comme elles ne sont pas métamorphiques, les éléments clastiques, notamment les minéraux qui furent extraits et étudiés, nous obligent à admettre l'existence de territoires émergés, formés de roches cristallophylliennes au voisinage des bassins où s'accumulaient les dépôts originels d'où sont dérivées nos roches aberrantes. Il en découle pour le Werfénien alpujarride une donnée paléogéographique dont les reconstitutions et synthèses devront tenir compte.

En ce qui concerne la « Mischungszone » métamorphique, nous voyons apparaître un nouvel argument non déterminant mais qu'il ne faut pas négliger pour attribuer une partie de sa série, comme le fait l'école de Brouwer, au Trias. Nous nous trouvons, de plus, en présence du même impératif paléogéographique que pour les « konglomeratische Mergel » alpujarrides.

Ce résultat apporte, dans des difficultés stratigraphiques et tectoniques que ne vient alléger aucune ressource paléontologique [Faure-Muret, Fontboté, Fallot et Solé, 1959], un élément d'appréciation qui, si nous n'osons le dire techniquement déterminant, met en évidence une parenté formelle entre la série métamorphique de la « Mischungszone » et celle, non transformée, des Alpujarrides. Celle-ci étant triasique il y a des chances pour que, comme le veut l'école de Brouwer, celle-là le soit aussi, et qu'une surface de contact anormal les sépare.

Il montre enfin que les terres émergées d'où

proviennent les éléments clastiques de ces « konglomeratistische Mergel » comportaient une série cristallophyllienne différente de celles de la zone bétique.

Si, structuralement, on est enclin à la situer au Sud de la partie visible du Bétique, aucun argument ne permettra d'évoquer à son sujet la nappe de Malaga tant que des investigations n'auront pas permis de découvrir, dans cette unité, des roches dont les minéraux s'apparentent à ceux des concentrés analysés dans la présente note.

Liste bibliographique.

- BLUMENTHAL M. (1927). — Versuch einer tektonischen Gliederung der betischen Cordilleren von Zentral und Sudwest Andalusien. *Ecol. geol. Helv.*, vol. XX, p. 491-532.
- (1933). — Das Palaeozoikum von Malaga als tektonische Leitzone im alpidischen Andalusien. *Geol. Rundschau*, Bd XXIV, p. 171-187.
- BROUWER H. A. (1926 a). — Zur Geologie der Sierra Nevada. *Ibid.*, Bd XVII, H. 2, p. 118-137.
- (1926 b). — Zur Tektonik der betischen Kordilleren. *Ibid.*, Bd XVII, H. 5, p. 332-336.
- (1934). — Über die Struktur der penninischer Zone der betischen Kordilleren. *Ibid.*, Bd XXV, p. 383-387.
- DUPLAIX S. et FALLOT P. (1960). — Sur la constitution et la signification de la roche appelée « konglomeratistische Mergel » dans la zone bétique (Andalousie, Espagne). *C. R. Ac. Sc.*, t. 250, p. 1403-1408.
- FALLOT P. (1948). — Les Cordillères bétiques. *Est. geol.*, n° 8, p. 83-172, 12 fig., 3 pl.
- FAURE-MURET A., SOLÉ L., FONTBOTÉ J. M. et FALLOT P. (1959 a). — Profil géologique à travers le massif du Veleta (Sierra Nevada, Andalousie). *C. R. Ac. Sc.*, t. 248, p. 3247-3252.
- (1959 b). — Sur la constitution géologique de la partie orientale du massif de la Sierra Nevada (Andalousie). *Ibid.*, t. 248, p. 3375-3378.
- (1959 c). — Le Bétique de la partie occidentale de la Sierra de Filabres (Andalousie, Espagne). *Ibid.*, t. 248, p. 3655-3659.
- (1959 d). — Sur la géologie de l'extrémité orientale du massif de la Sierra de Filabres et sur l'individualité de la Sierra Nevada. *Ibid.*, t. 249, p. 9-13.
- VAN BEMMELN R. W. (1927). — Bijdrage tot de geologie der Betische Ketens in de Provincie Granada. Diss. Delft.
- WESTERWELD J. (1929). — De bouw der Alpujarras en het Tektonische verband der Oostelijke Betische ketens. Diss. Delft.
- ZEIJLMANS VAN EMMICHOVEN C. P. A. (1925). — Geologische onderzoeken in de Sierra de los Filabres (Provincie Almeria, Spanje). Diss. Delft.
- ZERMATTEN H. L. J. (1929). — Geologische onderzoeken in de randzone van het venster der Sierra Nevada (Spanje). Diss. Delft.

Sur la tectonique de la zone subbétique de la région de Huescar (prov. de Grenade, Espagne) et sur son Nummulitique

par Alain FOUCAULT *.

Sommaire. — La zone subbétique au N de Huescar est débitée en un certain nombre d'unités : l'unité *Moncayo-la Sagra* : Lias inférieur ; l'unité du *Barranco de la Cueva del Agua* : du Lias inférieur jusqu'au Dogger ; l'unité de la *Virgen de la Cabeza* : Dogger (calcaires à intercalations rouges), Malm (calcaires noduleux souvent rouges), Crétacé inférieur (marnes blanches à Ammonites pyriteuses) ; l'unité de *Marmolance* : entièrement calcaire ; la base est du Priabonien inférieur, le sommet de l'Oligocène supérieur. On trouve de rares Miogypsines sous les couches oligocènes.

La superposition de ces unités semble être la suivante : au-dessous, l'unité de la Virgen de la Cabeza, au milieu, celle du Barranco de la Cueva del Agua, au-dessus, celle de Moncayo-la Sagra ; l'unité de Marmolance, encore mal située, est en tout cas superposée à celle de la Virgen de la Cabeza.

L'édifice des Cordillères bétiques, orienté SSW-NNE, forme l'ossature orographique de l'Espagne méridionale. Parallèlement à l'axe de la chaîne, on distingue¹ des zones tectoniques aux faciès plus ou moins caractérisés qui sont du Nord au Sud :

— la zone prébétique, autochtone, qui est la couverture sédimentaire de la Meseta ibérique et présente, au Secondaire et au Nummulitique, des faciès épicontinentaux ;

— la zone subbétique, qui recouvre tectoniquement la portion méridionale de la précédente, dont le front se suit sur une très grande distance, et se prolonge, peut-être, jusqu'aux Baléares. Elle présente des faciès très généralement pélagiques. Une note précédente² a mis en évidence que des formations paléogéographiquement intermédiaires pouvaient être tectoniquement intercalées entre ces deux zones classiques (unité intermédiaire de la Sagra) ;

— la zone bétique, enfin, recouvre de ses nappes à matériel principalement paléozoïque et cristallophyllien le bord sud de la zone subbétique.

J'ai été amené à définir un certain nombre d'unités tectoniques dans la zone subbétique entre Huescar et la Sierra Sagra. Le détail des résultats stratigraphiques et paléontologiques fera l'objet de notes ultérieures.

1. UNITÉ MONCAYO-LA SAGRA. — La Sierra Sagra (2 381 m) est le plus haut sommet de la zone subbétique. C'est une klippe qui repose, par un contact jalonné de Trias, sur l'Aptien marno-gréseux de l'unité intermédiaire et sur le Prébétique autochtone^{1, 2, 3}. Ses strates, dolomitiques à la base, calcaires au sommet, plongent faiblement vers le Sud-Est et sont coupées en biseau par le contact basal. Au SW de la Sagra cependant, les couches prennent brusquement une direction N-S et un pendage de 80° E. La Sierra de Moncayo, bien que séparée de la Sagra par un col (Collado Blanco) où affleure l'autochtone, la prolonge de toute évidence et en fait tectoniquement partie. La série de la Sagra est puissante d'environ 900 m. Aux dolomies bréchoïdes de la base succèdent des calcaires variés qui ont fourni en haut du

* Note présentée à la séance du 28 mars 1960.

1. FALLOT P. (1945) : Estudios geológicos en la zona subbética entre Alicante y el río Guadiana Menor. *Mem. Inst. « Lucas Mallada »*, 720 p., 284 fig., 11 pl.

2. FOUCAULT A. (1960) : Découverte d'une nouvelle unité, tectonique sous le massif subbétique de la Sierra Sagra (Andalousie). *C. R. Ac. Sc.*, t. 250, p. 2038.

3. NICKLÈS R. (1902) : Sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans la zone subbétique. *C. R. Ac. Sc.*, t. 134, p. 493. — (1904) : Sur l'existence de phénomènes de charriage en Espagne dans la zone subbétique. *B. S. G. F.*, (4), IV, p. 223.

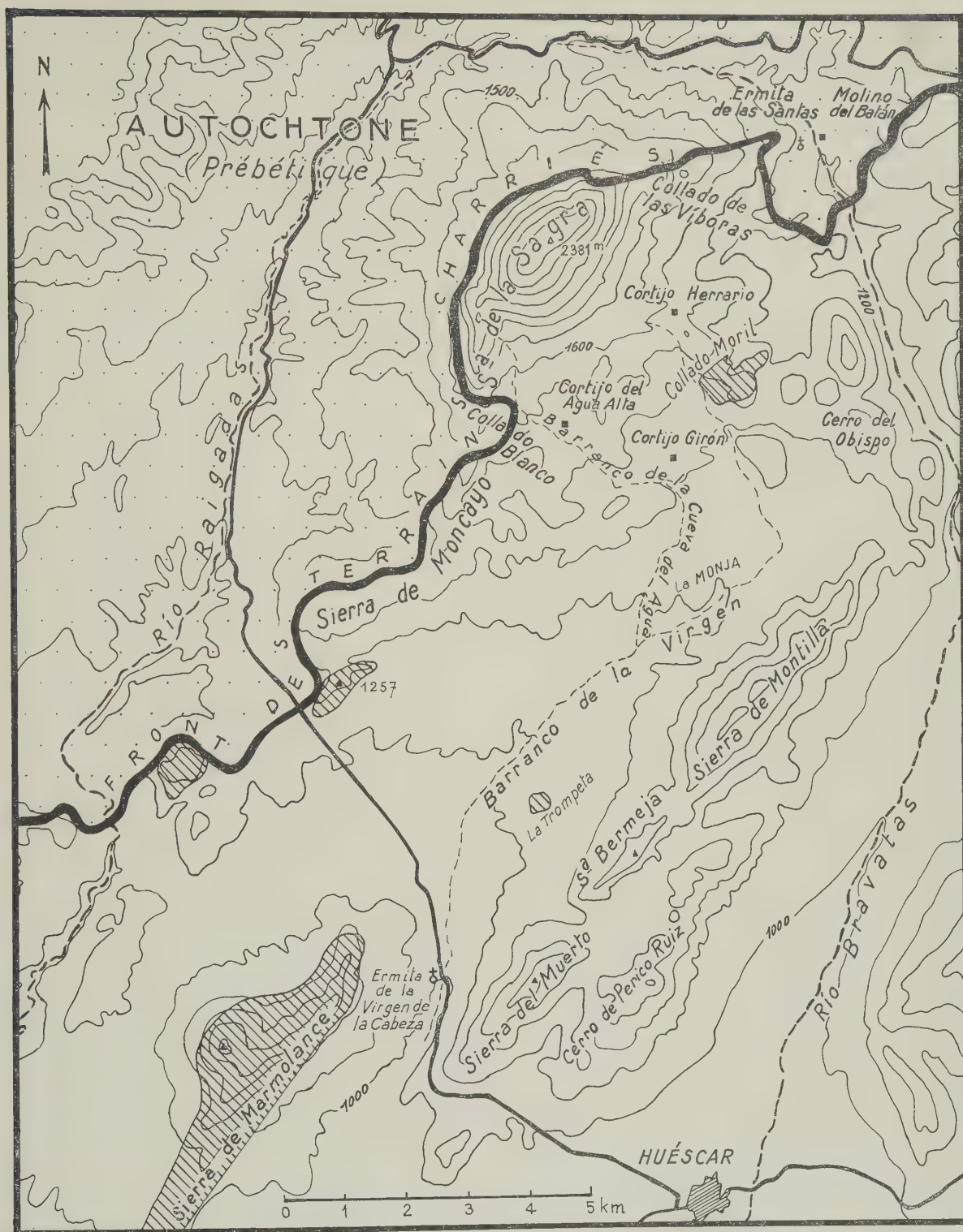


FIG. 1. — Rapports entre terrains alloctones et autochtones au Nord de Huescar (l'équidistance des courbes est de 100 m).
En barré oblique : Tertiaire de l'unité de Marmolance.

flanc nord, vers 2 280 m, une faune de Brachiopodes (*Spiriferina tumida* v. BUCH var. *ascendens* EUDES-DESLONGCHAMPS, Térébratules et Zeilléries multiplissées) qui date le Lotharingien. C'est sans doute dans ces calcaires que, sur le flanc sud, de Verneuil et Collomb ont, en 1855, reconnu « *Ammonites* » cf. *conybeari* et « *Ammonites* » *turneri* Sow.

2. UNITÉ DU BARRANCO DE LA CUEVA DEL AGUA. — Elle forme la plupart des collines qui bordent la Sagra au Sud-Est et sans doute aussi le Cerro del Obispo et les montagnes qui dominent Huescar au Nord : Sierra de Montilla, Sierra Bermeja, Sierra del Muerto. Le Lias inférieur y est représenté par des dolomies qui sont suivies par des calcaires blancs puis par des calcaires à silex surmontés par des marno-calcaires et calcaires verdâtres. C'est vers la limite de ces deux dernières divisions pétrographiques qu'existent des niveaux à *Ammonites* dont une récolte par R. Nicklès a déjà fait l'objet d'une publication⁴ où les couches avaient été considérées dans leur ensemble. Un échantillonnage plus précis permet d'y reconnaître les niveaux à *Crucilobicerias* et *Tropidoceras*, *Fucinicerias*, *Arieticerias* qui caractérisent le sommet du Pliensbachien et une bonne partie du Domérien. Les marno-calcaires et calcaires sont suivis par quelques mètres de calcaires fauves en petits bancs toujours très plissotés, azoïques. La série se termine par des calcaires marneux clairs caractérisés par des intercalations rouges et des lentilles de silex et qui sont datés du Dogger (*Stephanoceras* sp.).

3. UNITÉ DE LA VIRGEN DE LA CABEZA. — Elle est bien représentée dans la grande dépression qui sépare la Sagra des montagnes de Huescar (Barranco de la Virgen), et se prolonge vers le Sud-Ouest sous la Sierra de Marmolance. Elle comprend des calcaires du Dogger, marneux et à silex, semblables à ceux de l'unité précédente, que surmontent les calcaires du Malm, noduleux et rouges. La plus grande masse en est formée par les marnes et marno-calcaires blanchâtres à *Ammonites* pyriteuses du Crétacé qui présente un faciès uniforme du Berriasien au Cénomanién.

4. UNITÉ DE MARMOLANCE. — Elle comprend, en plus de la Sierra de Marmolance, les massifs calcaires qui sont figurés en barré oblique sur la figure 1. La meilleure coupe de cette série est donnée par la Sierra de Marmolance (fig. 2) déjà datée du Nummulitique par P. Fallot¹.

Si, à partir de la Ermita de la Virgen de la Cabeza, on gravit vers l'Ouest les pentes de cette montagne, on marche d'abord sur les marnes à *Ammonites* pyriteuses, du Crétacé inférieur, de l'unité précédente. Ces marnes sont bientôt recouvertes par des éboulis qui les masquent, d'abord par places puis entièrement, si bien qu'il est impossible d'en voir le contact avec la base des calcaires de Marmolance. Cependant, sur le flanc nord-ouest, il est observable et montre des bancs peu épais de calcaires marneux assez grumeleux, à petits fragments argileux de 2 à 5 mm de diamètre (A, fig. 2). Nous avons pu nous assurer que, quand elle est visible, la base des différents

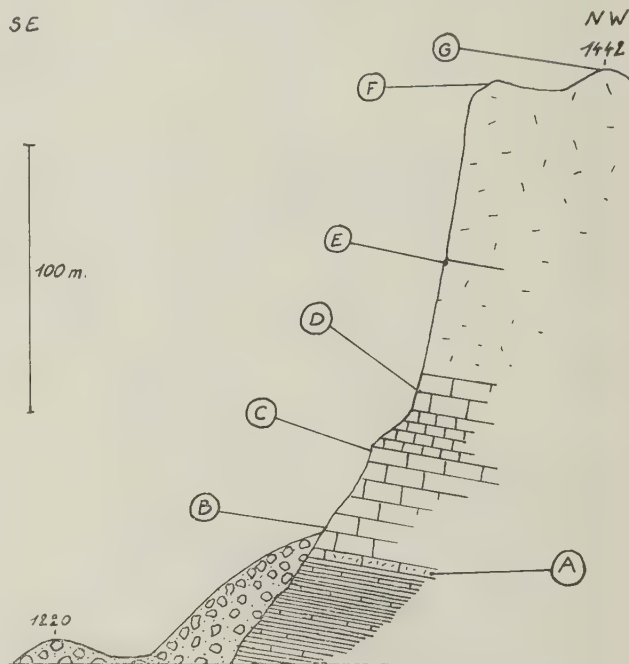


FIG. 2. — Coupe de l'abrupt de la Sierra de Marmolance (explication dans le texte).

massifs calcaires est toujours représentée par ce même niveau qui est particulièrement riche en organismes. Différents gisements montrent⁵ : *Discocyclina discus* KAUFM., *D. nummulitica* GÜMBEL, *Asterodiscus stellatus* D'ARCH., *A. cuvillieri* NEUMANN, *A. stella* GÜMB., *Actinocyclus radians* D'ARCH., *Nummulites aturicus* JOLY et LEYM., *Heterostegina* cf. *nuda* KEIJZER, *Baculogypsinioides* sp., *Pellatispira* sp., *Spiroclypeus* sp., *Amphistegina* sp., des Globigérines, des Mélobésiées, des débris d'Oursins et de Bryozoaires. Si nous poursuivons notre chemin sur les pentes de la Sierra de Marmolance, les premiers bancs qui émergent des éboulis (B) ont un faciès proche de celui de la base. On y trouve des *Amphistegines*, de petites *Nummulites*, des *Milioles*, des *Globigérines*, des débris de Bryozoaires et beaucoup de Mélo-

4. GÉRARD Ch. (1932) : Sur la faune liasique de la Sierra Sagra dans la zone subbétique (Espagne méridionale). C. R. Ac. Sc., t. 194, p. 631.

5. Ces déterminations sont dues à M^{me} Neumann que je remercie vivement.

bésiées. La pente devient plus abrupte, et un banc plus dur (C) nous fournit quelques Nummulites et des Globigérines à test épais. Un peu plus haut (D), on trouve une microfaune semblable.

Le sommet de la montagne est constitué par plus de 100 m de calcaires massifs, marmoréens, très mal lités, formant une vraie muraille qui culmine à la cote 1442. Une solution de continuité divise cet ensemble en deux masses à peu près égales. Au sommet de la plus basse (E), on trouve des Amphistégines, des Hétérostégines, de rares *Miogypsina* (*Miogypsina*), des Bryozoaires et beaucoup de Mélobésiées. Tout à fait au sommet de la falaise (F), les calcaires, assez marneux, fournissent une abondante faune de Lépidocyclines qu'accompagnent Mélobésiées et débris d'Oursins. On retrouve ce niveau à 5 km au SW de ce point sur la route de Huescar à Castril. On y reconnaît ⁵ *Nephrolepidina tournoueri* LEM. et R. DOUV., *Eulepidina* cf. *dilatata* MICH., des Amphistégines, des Globigérines, des Mélobésiées et des débris d'Oursins. Tout à fait en haut (G), on trouve encore des Lépidocyclines et des Polypiers.

Seuls, deux niveaux sont assez fossilifères pour justifier une attribution stratigraphique précise : ce sont la base et le sommet de la Sierra de Marmolance.

La liste faunique de la base (A) peut aussi bien s'appliquer au Lutétien supérieur qu'au Priabonien inférieur. Pourtant, si l'on compare ces couches à celles de Brassempouy (Lutétien supérieur d'Aquitaine), qui présentent une faune et un faciès très voisins, on constate qu'elles en diffèrent par l'absence des espèces typiquement lutétiennes comme *Nummulites mil-lecaput* BOUBÉE, *Discocyclina roberti* DOUV., *Alveolina elongata* D'ORB., *Orbitolites complanatus* LMK. Bien que négatif, cet argument peut faire attribuer de préférence à ces couches un âge priabonien inférieur (Auversien de Bous-sac). Quant au sommet des calcaires marmo-réens (F et G), il représente un Oligocène assez élevé, peut-être même, d'après M^{me} Neumann, l'Aquitaniens. Une difficulté se greffe sur la présence des *Miogypsina* (*Miogypsina*), qui indiquent le Miocène, en (E), sous les calcaires à Lépidocyclines. Sans éliminer totalement la possibilité d'une confusion dans l'échantillon-nage, il nous semble que deux séries d'hypo-thèses peuvent rendre compte de ce fait. Stratigraphiquement, C. W. Drooger et C. Socin ont signalé, en 1959, la présence à Rosignano, en Italie du Nord, de l'association *Nephrolepidina tournoueri* et *Miogypsina globulina* MICH. Mais dans les calcaires de Marmolance, Miogyp-sines et Lépidocyclines ne se trouvent jamais simultanément, ce qui conduit plutôt à avancer une solution tectonique à cette question. Tou-tefois, en l'absence de données complémen-taires, il est impossible de trancher le problème. Il n'en existe pas moins qu'on rencontre ici une

série qui, sous un faciès entièrement calcaire, semble comprendre, peut-être avec des inter-ruptions, des termes qui vont depuis le Pria-bonien inférieur jusqu'au Miocène. Cette suc-cession ne s'inscrit pas facilement dans ce qu'on connaît en Espagne méridionale. La zone sub-bétique semble, pour le moment ⁶, ne comporter au Nummulitique que des séries qui, continues avec le Crétacé, présentent une grande pro-portion de marnes et sont très éloignées du faciès de la Sierra de Marmolance. Ce dernier se rapprocherait plus facilement de celui de l'Éocène moyen des séries prébétiques autoch-tones, mais il est difficile, sinon invraisemblable, de les rattacher tectoniquement, étant donné que l'unité de la Sierra de Marmolance repose sans conteste sur le Subbétique charrié. De toute façon, elles sont déplacées par rapport à leur actuel substratum, comme le prouvent le fait que le lambeau de la cote 1257 flotte sur le Trias, et celui qu'au Collado Moril, on trouve des *Ostrea gryphoides* SCHLOTH. (= *crassissima* LMK) (détermination confirmée par M^{me} S. Freneix) sous les calcaires priaboniens de cette unité, et sur les marnes du Crétacé inférieur de l'unité de la Virgen de la Cabeza. De fait, nos connais-sances sur le Nummulitique des chaînes bétiques sont encore trop fragmentaires pour pouvoir, sans témérité, tenter de replacer cette unité de Marmolance dans son contexte originel.

En ce qui concerne les positions respectives des diverses unités distinguées dans le Subbétique, il est difficile d'être très affirmatif. En un endroit, l'unité Moncayo-La Sagra surmonte celle du Barranco de la Cueva del Agua ; en plusieurs autres, l'unité de la Virgen de la Cabeza semble s'enfoncer sous cette dernière. Les calcaires de l'unité de Marmolance n'ont jamais été trouvés en relation directe qu'avec l'unité de la Virgen de la Cabeza, laquelle les supporte. En première hypothèse, on peut donc imaginer que les différentes unités décrites se superposent dans l'ordre suivant : au-dessous, l'unité de la Virgen de la Cabeza, au milieu, celle du Barranco de la Cueva del Agua, au-dessus, celle de Moncayo-La Sagra, l'unité de la Sierra de Marmolance étant, en tout cas, superposée à celle de la Virgen de la Cabeza. Mais cette ordonnance est encore bien hypothé-tique, et l'acquisition de certitudes est liée à l'avancement de nos levers détaillés au 50 000^e.

6. DURAND DELGA M. et MAGNÉ J. (1959) : Données stratigra-phiques et paléontologiques sur le Nummulitique de l'Est des Cordillères bétiques (Espagne). *Rev. Micropal.*, n° 3, p. 155-175.

Données micropaléontologiques sur les environs de Domingo-Pérez (chaîne subbétique, prov. de Grenade, Espagne)

par Asuncion LINARES*.

Sommaire. — Données concernant le Crétacé supérieur, l'Éocène et le Miocène de cette localité. Un des niveaux fossilifères de l'Éocène a fourni d'abondantes Hantkenines.

De vastes extensions de la zone moyenne de la Chaîne bétique, au N de Grenade, sont occupées par des formations argileuses et marneuses de différents âges. La douceur des reliefs, le manque de différences lithologiques nettes entre certains niveaux d'âges variés, et une grande pauvreté de macrofossiles rendent assez difficile la cartographie de cette zone. MM. J.-M. Fontboté et I. Quintero, chargés par l'« Instituto geológico y minero de España » de la révision de la feuille n° 52 de la Carte géologique d'Espagne au 400 000^e, ont demandé, ma collaboration pour tâcher d'y trouver de bons repères micropaléontologiques. Les microfaunes récoltées aux environs de Domingo-Pérez, village situé à quelque 40 km au N de Grenade, ont sans doute un intérêt plus général : c'est pourquoi il ne semble pas inutile d'en rendre compte dès maintenant.

CRÉTACÉ SUPÉRIEUR. — Au SE du village, dans la vallée très évasée du ravin de Santa Bárbara, les marno-calcaires tendres et les marnes du Crétacé supérieur s'étalent largement. Leur faciès est celui, typique, des « Couches rouges » à Rosalines.

Aux abords du Cortijo de la Cañada Talbora, 3 km au SE de Domingo-Pérez, ces matériaux ont fourni : *Globotruncana contusa* CUSH., *G. fornicata* PLUMMER, *G. lapparenti* BROTZEN, *G. stuartiformis* DALBIEZ, *Gümbelina globulosa* EHRENBERG, *Rugotruncana* sp. Cet ensemble indiquerait un âge campanien-maestrichtien.

ÉOCÈNE. — La limite Crétacé-Éocène n'a pas pu être tracée de façon absolument précise. La base de l'Éocène est vraisemblablement représentée par des couches, très semblables par leur couleur et composition aux précédentes,

affleurant dans le petit éperon à l'extrémité nord-ouest du village. Les prélèvements faits ne nous ont montré que de rares Globigérines à test épais. En lame mince, quelques sections évoquent, quoique sans sécurité, des *Truncorotalia*. Tout cela fait penser à du Paléocène. L'extrême pauvreté des microfaunes impose, naturellement, des réserves.

Ces couches se continuent vers le haut par d'autres, toujours rouges, mais admettant quelques minces intercalations de marno-calcaires très tendres gris blanchâtre. La succession apparaît très nettement le long de la nouvelle route reliant Domingo-Pérez à Dehesas-Viejas, à l'W du premier village. Juste en face des dernières maisons, les couches rouges se terminent brusquement : elles sont recouvertes par des marnes jaunâtres, assez argileuses. Le contact semble correspondre à une transgression ; la base de la nouvelle formation contient de petits galets de silex, de calcaires vraisemblablement mésozoïques et même de grès évoquant ceux de certains flyschs. Ils sont localisés sur une épaisseur de moins de 1 m et leur diamètre ne dépasse pas, pour la plupart, 1 cm. Des prélèvements ont été faits juste au-dessous et au-dessus de la surface séparant les deux niveaux.

Les niveaux les plus hauts de la formation rouge comportent de petits grains de quartz hyalin et une microfaune bien conservée. J'y ai déterminé : *Globorotalia echneri* CUSH. et JARVIS, *Gl. crassata* var. *aequa* CUSH. et RENZ, *Gl. brödermanni* RENZ, *Globigerina aspensis* COLLM, *Globorotalia* cf. *linaperta* FINLAY, *Gl. (Truncorotalia) aragonensis* NUTTALL, et quelques débris d'Échinodermes. L'âge de ce niveau serait donc yprésien-lutétien.

* Note présentée à la séance du 28 mars 1960.

La base des marnes argileuses jaunâtres a fourni une microfaune abondante et riche en espèces : *Globorotalia centralis* CUSH. et BERM., *Gl. wilcoxensis* CUSH. et PONTON, *Gl. lehneri* CUSH. et JARVIS, *Nodosaria brevis*, *Cibicides allenii* PLUMMER, *Cibicides* sp., *Cornuspira* sp., *Lagena* sp., *Vulvulina* sp., *Anomalina grosserugosa* GÜMBEL, *Plectina eocenica* CUSH., *Margulinula asperuliformis* NUTTALL, *Globigerina mexicana* CUSH., *G. venezuelana* HÄDBERG, *G. rotundata* var. *jacksonensis* BANDY, *G. cryptomphalus* GLAESSNER, *Globigerina* sp., *Hantkenina alabamensis* CUSH., *H. (Sporohantkenina) bermudezi* THALM., *H. suprasuturalis* BRON., des Nummulites, Discocyclines, *Asterodiscus* et quelques *Globotruncana* remaniées. Cette association indique un âge éocène supérieur. Elle semble bien confirmer l'existence d'un hiatus entre ce niveau-ci et le précédent. Les observations à l'échelle de l'affleurement ne permettent pas de préciser si ce hiatus s'accompagne d'une discordance angulaire.

Les deux espèces de Hantkénines citées ci-dessus ont été trouvées dans la formation Tabaco, à Cuba, et vers le bas de la formation de Barbados (Oceanic-formation) et de Trinidad, correspondant à la base de l'Éocène supérieur. Parmi les échantillons de *Globorotalia centralis*, il y en a quelques-uns très carénés ; il s'agirait plutôt de formes de transition à *Gl. (Truncorotalia) cerro-azulensis* COLE.

Les premières Hantkénines des Cordillères bétiques ont été décrites par G. Colom¹, des environs d'Elche (extrémité orientale de la Chaîne subbétique). M. Durand Delga et J. Magné² en ont cité au SW de Caravaca, 170 km à l'ENE de Domingo-Pérez. Dans le tronçon central du Subbétique, j'en ai aussi trouvé dans des prélèvements faits à Los Villares, du bord interne subbétique, et à Alcalá a-Real, 40 km à l'WSW de Domingo-Pérez et sur le même sillon moyen de la chaîne.

En résumé, il existe donc deux assises éocènes

distinctes, séparées par un hiatus : l'inférieure, essentiellement rougeâtre, qui peut débiter par des niveaux paléocènes encore insuffisamment définis, se termine par un niveau appartenant déjà à l'Yprésien-Lutétien ; la supérieure, de couleur jaunâtre, montre, à la base, un niveau d'âge nettement éocène supérieur.

MIOCÈNE. — L'assise jaunâtre qui vient d'être mentionnée n'atteint, dans le secteur qui fait l'objet de cette note, que très peu de mètres d'épaisseur. Elle semble fortement érodée et est couverte directement en discordance (un peu masqué, par endroits, par des éboulements récents), par des marnes, jaunâtres aussi mais plus tendres. Tout près de la base de celles-ci, les prélèvements faits ont fourni : *Streblus beccarii* L., *Str. beccarii punctatogranosus* SEGUENZA, *Nonion elongatum* et *Elphidium* sp., indiquant un âge vindobonien. En outre, j'y ai trouvé des fragments de Lamellibranches, des radioles d'Echinodermes et quelques Ostracodes.

Il est enfin intéressant de noter l'absence, dans ce secteur, de l'OLIGOCÈNE. Il est pourtant bien développé dans les secteurs avoisinants. Je l'ai repéré, par exemple, près de la Venta de Andar, au km 390 de la grande route Madrid-Málaga, où il contient des Lépidocyclines, ainsi que dans plusieurs affleurements situés à l'E et au NE de Domingo Pérez, vers Moreda et Guadahortuna. Il serait prématuré, avant d'autres recherches, actuellement en cours, de conclure si l'absence de l'Oligocène correspond à un non-dépôt ou bien au déblaiement anté-vindobonien.

1. COLOM G. (1954) : Estudio de las biozonas con foraminíferos del Terciario de Alicante. *Bol. Inst. geol. y min. España*, t. LXVI, p. 101-451, 15 fig., 35 pl., 4 tabl.

2. DURAND DELGA M. et MAGNÉ J. (1958) : Données stratigraphiques et micropaléontologiques sur le Nummulitique de l'Est des Cordillères bétiques (Espagne). *Rev. Micropaléont.*, vol. 1, n° 3, p. 155-175, 6 fig., 2 pl., 4 tabl.

Aperçu sur le Prébétique de la région de Jaén (Andalousie, Espagne)

par Robert BUSNARDO *.

Sommaire. — Le Prébétique de Jaén comprend trois unités principales. Au Nord, celle du Castillo, chevauchant le Tertiaire plus septentrional, montre du Vraconien (?) et du Cénomanién, dont les calcaires détritiques du Castillo. L'unité de la Peña de Jaén répète la précédente, mais les couches y sont plus fossilifères et plus néritiques. Au Sud, la série du Jabalcuz-Los Villares, très puissante et continue du Lias au Cénomanién, comporte un épisode gréseux de l'Aptien supérieur-Albien inférieur et des marnes pélagiques de l'Albien-Cénomanién. Cette troisième unité chevauche la deuxième : elle représente une zone paléogéographique et tectonique importante, désormais connue sur un front de 160 km d'Ouest en Est.

La notion de Prébétique définie par Blumenthal [1927] dans la région de Jaén, puis précisée et étendue par P. Fallot (en particulier en 1948), représente un ensemble autochtone à structure simple. La sédimentation du Secondaire et du Tertiaire, marine ou continentale, parfois discontinue, et essentiellement terrigène, reflète une zone instable en bordure de la Meseta espagnole.

Bien que déjà étudié dans les thèses de R. Douvillé [1906], de E. Alastrué [1945] et dans un article de R. Brinkmann et Gallwitz [1950]¹, il m'est apparu indispensable de revoir le Prébétique de la région de Jaén, au titre de comparaison avec les faciès subbétiques au S et SW de Jaén, où ont débuté mes propres recherches. Il en est résulté quelques précisions nouvelles dont l'essentiel est ici indiqué, accompagné de quelques découvertes faites plus à l'Ouest.

Au devant du front subbétique déjà décrit [Busnardo et Fontboté, 1958], le Prébétique de la région de Jaén comprend, du Nord au Sud, trois ensembles :

A) le Castillo et la Peña de Jaén, ou Prébétique de Jaén, au sens strict ;

C) le Jabalcuz et la série crétacée de Los Villares que j'appellerai Prébétique de Los Villares.

Le second ensemble chevauche le premier mais il existe localement une mince écaille intermédiaire entre les deux (B).

A) Dans *le Castillo et la Peña de Jaén*, R. Douvillé voyait une série sédimentaire continue

depuis l'Aptien gréseux à Orbitolines (Castillo) jusqu'au Sénonien (la Peña). Mais seule la présence du Vraconien, fossilifère au Tiro nacional (Arroyo de la Alcantarilla), reste paléontologiquement bien établie. Plus récemment, E. Alastrué a indiqué, au N du Castillo, l'existence du Cénomanién. Enfin, R. Brinkmann et H. Gallwitz notent l'Aptien, l'Albien, le Cénomanién, le Turonien et le Sénonien, mais sans aucune preuve paléontologique.

En fait, le Prébétique de Jaén comprend deux séries : celle du Castillo au Nord, celle de la Peña au Sud, ainsi que le montre une coupe N-S passant par le Castillo et le sommet de la Peña (fig. 1). On y rencontre successivement de nombreux niveaux repérables, que l'on peut schématiser ainsi :

1. 300 m de calcaires blancs, parfois cristallins, sans stratification nette, vraisemblablement subverticaux. La partie supérieure, déversée sur des marnes tertiaires (Miocène inférieur), n'a livré aucune faune caractéristique. Par contre, dans la partie inférieure, appliquée contre les calcaires du Castillo, on trouve l'association Orbitolines et Préalvéolines², caractéristique du Cénomanién.

2. Le Castillo de Jaén repose sur 200 m de calcaires en gros bancs subverticaux, localement riches en Orbitolines. Certains niveaux sont formés de calcaires à

* Note présentée à la séance du 28 mars 1960.

1. Une intéressante étude de cette zone vient d'être publiée par M. E. Dupuy de Lôme : Alumbramientos de aguas subterráneas en la provincia de Jaén. *Bol. Inst. geol. min. España*, t. LXX, 1959, p. 209-273, 3 pl. (Note ajoutée en cours d'impression.)

2. Déterminations de M. Lys.

grains de quartz, d'autres sont dolomitiques. On y retrouve l'association Orbitolines-Préalvéolines; c'est donc encore du Cénomanien³. Cette série s'individualise entre deux disharmonies tectoniques verticales, d'importance secondaire.

3. Viennent ensuite des marnes jaunâtres, un peu sableuses, avec intercalations de bancs calcaires, de la route du Sanatorium et du Castillo. Leur pendage passe assez brutalement de la verticalité à 35-40°. Je ne dispose pas encore d'éléments paléontologiques suffisants pour en préciser l'âge. Toutefois, par leur position dans la coupe, on peut leur attribuer un âge vraconien.

4, 5, 6 et 7. Ensemble très épais (600 ou 700 m) cons-

titué par une petite barre calcaire puis par des marnes jaunes plus ou moins sableuses avec lits calcaires sporadiques intercalés. C'est le Vraconien fossilifère du Tiro nacional de R. Douvillé et le Cénomanien de E. Alastrué. J'y ai récolté, en niveaux successifs, une riche faune d'Echinides et d'Ammonoïdés. Parmi ces derniers, on peut noter la succession suivante, de la base au sommet :

- *Pervinqueria* (*Durnovarites*) gr. *quadratus* SPATH⁴.
- *Paraturrilites* aff. *bergeri* BRONGN.
- *Pseudohelicoceras* gr. *mayorianus* D'ORB.
- *Ostlingoceras puzosianus* D'ORB.
- *Paraturrilites* cf. *bergeri* BRONGN. (forme évoluée).
- *Hyphoplites* sp. indét.

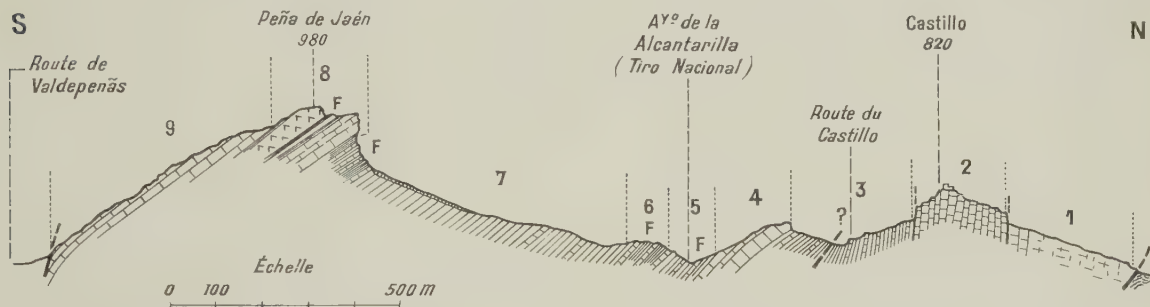


FIG. 1. — Coupe du Prébétique de Jaén. Légende dans le texte.

Presque tous les fossiles indiquent le Vraconien supérieur (zone à *S. dispar*). Seul, le dernier niveau doit être rapporté au Cénomanien.

8. Sur l'ensemble essentiellement marneux précédent se dresse une falaise calcaire d'une trentaine de mètres, qui forme la crête nord de la Peña de Jaén. Dans ce calcaire, on retrouve l'association Orbitolines-Préalvéolines indiquant le Cénomanien. La falaise est suivie de quelques récurrences marneuses dans lesquelles se rencontrent encore des Echinides et une Ammonite franchement cénomanienne, *Metacalycoceras* cf. *orbignyi* COLLIGNON.

Une seconde falaise, d'une vingtaine de mètres, surmonte les vires antérieures. Il s'agit d'un calcaire massif, rosé, plus ou moins dolomitique.

9. Enfin des calcaires blancs lités, devenant progressivement massifs, terminent l'ensemble de la coupe. On y rencontre encore quelques lentilles riches en Orbitolines. Rien ne me permet d'affirmer que ces assises ne sont pas cénomaniennes. On sait que plusieurs auteurs leur attribuaient un âge sénonien. Le faciès est identique à celui des calcaires du niveau 1, même en lames minces.

En résumé, et sans entrer dans les détails, on peut admettre que la série de la Peña de Jaén (niveaux 4 à 9) répète celle du Castillo (niveaux 1 à 3). Dans chacune d'elle, on retrouve les trois mêmes subdivisions :

— le niveau 1 correspond au niveau 9; ce sont les calcaires blancs d'âge cénomanien, du moins en partie;

— les niveaux 2 et 8 de même âge cénomanien, vraisemblablement inférieur, sont des calcaires assez bien lités, avec une dolomitisation par-

tielle. On notera toutefois que les calcaires du Castillo (2) sont plus riches en éléments détritiques; leur position originelle était certainement plus proche du bâti primaire sur lequel les mers venaient transgresser;

— enfin, la série, surtout marneuse et fossilifère, du Tiro nacional (4 à 7) doit correspondre au niveau 3. C'est du Vraconien élevé. Toutefois la correspondance n'est pas complète et il est vraisemblable qu'une bonne partie du niveau 3 a disparu pour des causes tectoniques.

Dans l'ensemble, les deux séries du Prébétique de Jaén représentent une sédimentation peu profonde, faiblement et partiellement détritique (au Vraconien et au Cénomanien inférieur seulement). Ce dernier caractère est plus accusé dans les calcaires du Castillo (Cénomanien inférieur). La faune reflète un biotope essentiellement néritique. Du point de vue structural, le Castillo et la Peña de Jaén constituent un grand anticlinal, faillé dans son axe, dont le flanc inverse semble incomplet.

Le Prébétique de Jaén se poursuit vers l'Ouest jusqu'aux abords de Torre del Campo où il chevauche franchement les marnes miocènes.

3. J'ai trouvé depuis un bel exemplaire de *Mantelliceras mantelli* Sow.

4. La détermination de cette espèce est due à l'obligeance de M. Breistroffer.

On voit ainsi que la notion de Prébétique de Blumenthal, dont un des types est précisément la série de Jaén revue ci-dessus, ne s'applique ici qu'à un court épisode du Crétacé (Vraconien et Cénomaniens), à un faciès marin peu profond, et à une structure déjà complexe résultant d'une forte poussée vers le Nord. L'autochtonie, bien que vraisemblable, n'est nullement prouvée. On remarquera également l'énorme épaisseur de ces séries (plus de 600 m pour le seul Vraconien supérieur), ce qui est un des traits permanents du Prébétique en général; ce fait avait déjà frappé Blumenthal. Il faut cependant ajouter que les épaisseurs des couches, bien qu'élevées, varient assez rapidement d'un point à un autre.

Le faciès du Prébétique de Jaén se retrouve plus à l'Est, dans la Serrezuela de Pegalajar, dans celle d'Albanchez, dans celle de Bedmar et dans le Cerro Hernando. Ce sont de petits massifs alignés dans une direction ENE-WSW, au Nord des grandes masses subbétiques. Ils représentent, dans la région de Jaén, le Mésozoïque le plus septentrional, si l'on excepte le Trias, et le seul actuellement à peu près bien connu. Certes plusieurs auteurs ont également signalé d'autres affleurements crétacés dans le Nord de la province de Jaén, j'en connais quelques autres encore inédits, mais ces pointements sont trop dispersés et mal décrits pour que l'on puisse leur donner une attribution tectonique ou en tirer des comparaisons utiles.

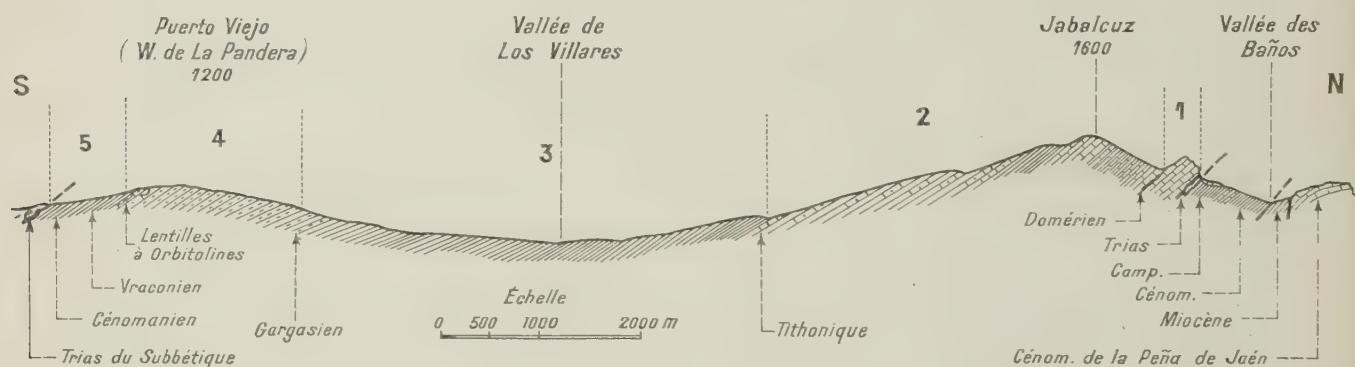


FIG. 2. — Coupe des Baños du Jabalcuz et du Prébétique de Los Villares. Légende dans le texte.

Ajoutons que vers l'Ouest, à 8 km au NNW d'Alcaudete, dans la Sierra de Villodres, j'ai rencontré une série prébétique comprenant un niveau de calcaires lacustres chargés en oogones de *Atopochara trivolvris* РЕСК, Characée du Crétacé inférieur, probablement de l'Aptien.

Si, dans la région de Jaén, nous possédons quelques indications fragmentaires sur le Crétacé prébétique, par contre, nous ne savons encore rien sur le Jurassique, mise à part la série du Jabalcuz étudiée ci-dessus. L'autochtonie supposée de tous ces affleurements n'est que relative. En fait, ils sont tous plus ou moins poussés vers le Nord, voire localement charriés. Le terme d'autochtone paraît donc quelque peu inexact pour le Prébétique de Jaén. Il s'agit certes d'une question d'amplitude dans les translations, elle est évidemment moindre que pour le Subbétique, mais elle existe, au moins localement. Peut-être vaut-il mieux parler de *Prébétique subautochtone* pour le Prébétique de Jaén, en attendant de décrire plus au Nord un Prébé-

tique indubitablement en place que l'on sait exister.

Le Prébétique de Jaén se révèle ainsi plus complexe que ne le prévoyait Blumenthal. La description du Prébétique de Los Villares va en augmenter encore la complexité.

B) Entre la Peña de Jaén et le Jabalcuz (fig. 2), s'intercale une petite *vallée dite des Baños de Jabalcuz*; elle comporte du Nord au Sud :

- des marnes et marno-calcaires d'âge miocène. Ils sont séparés des calcaires blancs cénomaniens de la Peña par une importante cassure verticale; mais ils correspondent à leur couverture sédimentaire normale;
- des marnes sableuses à bancs calcaires intercalés; la microfaune leur attribue un âge cénomaniens;
- des marnes blanches, dures, datées du Campanien et recouvertes par le chevauchement de la puissante série jurassique du Jabalcuz.

Toutes ces marnes sont isoclines à fort pendage de direction sud. On est donc obligé d'admettre un contact anormal entre le Miocène et

la petite série crétacée qui apparaît en écaille pincée entre le Prébétique de Jaén et celui de Los Villares.

C) La série du Jabalcuz et de Los Villares débute par une mince lame de Trias écrasé, d'ailleurs rarement visible à cause des éboulis. Elle comporte ensuite, du Nord au Sud :

1. Une falaise de hauteur irrégulière constituée par plus de 200 m de dolomies, puis par des calcaires lités liasiques. Elle se termine par un banc à croûte ferrugineuse (fond durci) localement riche en petites Ammonites et Spiriférines domériennes.

2. La masse du Jabalcuz lui-même représentée par des calcaires gris sombre ou noirâtres, en bancs minces vers la base, plus épais ensuite, à la hauteur de la crête. Un peu au Sud de celle-ci s'intercale une passée de marnes dures, verdâtres. Viennent par-dessus des calcaires sombres, lités et riches en silex, constituant la majeure partie du flanc sud du Jabalcuz. Les derniers bancs calcaires sont riches en *Calpionella alpina* LORENZ attestant leur âge tithonique supérieur.

L'ensemble de la série du Jabalcuz reste encore particulièrement stérile en fossiles, si l'on excepte les deux seuls niveaux repérés, Domérien et Tithonique. A première vue, on peut cependant admettre qu'il s'agit d'une série continue comprenant tout le Jurassique. L'épaisseur totale est considérable, de l'ordre de 1 400 à 1 500 m. C'est ce que R. Douvillé appelait « le Jurassique à faciès sombre ».

3. Le changement de sédimentation, rapide, sans être brutal, correspond au passage du Jurassique au Crétacé. Celui-ci débute au bas du flanc sud du Jabalcuz, affleure dans toute la vallée de Los Villares et sur le flanc nord du massif de la Pandera et du Cerro del Viento. Le Crétacé inférieur à lui seul est représenté par 1 600 ou 1 700 m de marnes, avec quelques bancs marno-calcaires, et devenant plus gréseuses ou sableuses vers le sommet. Les Ammonites y sont rares et ne permettent pas de subdivisions ; la microfaune reste pauvre également. Toutefois, dans les niveaux supérieurs, existent de nombreuses petites Schackoïnes (*S. cabri*, *S. reicheli*, *S. pustulans*)⁵ parmi d'autres Foraminifères, attestant un âge gargasien.

4. Immédiatement au-dessus du Gargasien viennent 900 à 1 000 m de grès en gros bancs avec minces intercalations d'argiles sableuses. L'ensemble est azoïque, excepté les bancs supérieurs qui admettent quelques lentilles de calcaire gréseux riche en Orbitolines et débris d'Oursins. A ces grès on peut attribuer un âge aptien terminal et albien basal.

5. La série crétacée de Los Villares se termine par des marnes blanches dont l'épaisseur visible, au maximum de 300 ou 400 m, est variable à cause du grand chevauchement subbétique qui les recouvre. On peut les subdiviser en trois parties :

— marnes blanches à la base, pauvres en fossiles (surtout *Inoceramus concentricus* Sow.) auxquelles la microfaune attribue un âge albien inférieur ;

— marnes blanches avec bancs de calcaire marneux localement riches en Ammonites. On y relève, entre autres : *Pervinqueria* gr. *pricei* SPATH, *P. (Durnovarites)* gr. *quadratus* SPATH, *Neokentroceras* sp. indét. gr. *chofati* SPATH, *Paraturritites bergeri* BRONGN., *Ostlingoceras puzosianum* D'ORB. Ces Ammonites représentent diverses zones de l'Albien supérieur (Vraconien inclus) ;

— marnes très blanches et tendres dont la riche microfaune atteste le Cénomanien inférieur à la base et le

Cénomanien supérieur au sommet. Mais, dans un éboulis, j'ai trouvé un fragment d'Ammonite : *Pseudoaspidoceras* gr. *armatus* PERV., forme turonienne.

En bref, le Prébétique du Jabalcuz et de Los Villares montre les particularités suivantes :

— série marine, vraisemblablement continue du Trias au Turonien ; passage continu du Jurassique au Crétacé sans faciès particulier,

— niveau fossilifère au Domérien avec fond durci (caractère fréquent dans le Subbétique de la région) ; Jurassique post-domérien à faciès monotone ; Crétacé inférieur marneux, légèrement détritique ; épisode fortement détritique à la fin de l'Aptien et au début de l'Albien ; Crétacé moyen marneux de mer profonde,

— énorme accumulation de sédiments, 1 500 m au Jurassique, 3 000 m au Crétacé (Valanginien au Turonien) dont 2 500 m au moins pour le seul Crétacé inférieur.

Comparaisons. Des comparaisons s'imposent entre le Prébétique de Jaén et celui de Los Villares. On constate que le Vraconien se trouve répété trois fois du Nord au Sud et le Cénomanien quatre fois. La comparaison est particulièrement intéressante au niveau du Cénomanien inférieur. On a vu en effet que la formation du Castillo de Jaén est un peu détritique, celle de la Peña ne l'est presque plus, mais sa faune reste néritique, il doit en être de même pour le Cénomanien de l'écaille intermédiaire. Quant au Cénomanien inférieur de la série de Los Villares, il représente un milieu profond à faune pélagique. C'est donc une succession bien classique à partir de la zone de dispersion des sédiments terrigènes. Si l'on développe les plus visibles, sans tenir compte des déplacements tangentiels dont on ne connaît pas l'amplitude, on s'aperçoit que 2 ou 3 km seulement séparent les deux premiers faciès ; et qu'il existe une dizaine de kilomètres entre le milieu néritique et le milieu pélagique. Ces distances peuvent-elles admettre de telles variations de faciès ? C'est possible si la morphologie sous-marine s'y prête, mais sur une plate-forme continentale à inclinaison régulière, ces distances sont faibles.

Les formations les plus épaisses se rencontrent dans les milieux à sédimentation détritique ou légèrement détritique (Vraconien de la Peña, Crétacé inférieur de Los Villares). La série de Los Villares, et surtout ses grès, rappelle le

5. Les microfaunes crétacées ont été déterminées par J. Sigal ; les microfaunes tertiaires par J. Magné.

faciès flysch, avec tous les caractères que celui-ci suggère : sédimentation détritique, rythmicité et subsidence.

Les énormes accumulations de sédiments ne se produisent pas au même moment dans les deux séries prébétiques.

Du point de vue des faciès, le Prébétique de Jaén diffère beaucoup de celui de Los Villares, bien que les comparaisons soient limitées au Vracono-Cénomanién.

Du point de vue tectonique, la série de Los Villares a reçu la dénomination de *Prébétique parautochtone* [Fallot, 1948] en raison de sa position intermédiaire, en une vaste écaille entre le Prébétique de Jaén, alors supposé autochtone, et le Subbétique charrié qu'elle supporte. Cette distinction tectonique est actuellement moins nécessaire puisque le Prébétique de Jaén, on l'a vu plus haut, est également chevauchant sur l'avant-pays tertiaire. Mais l'hétéropisme des faciès au Vracono-Cénomanién, donne à cette dénomination commode une vigueur nouvelle, encore accrue par l'extension considérable que l'on vient de découvrir à ce Prébétique méridional.

Extension latérale. On sait déjà, depuis R. Douvillé, que le « Jurassique à faciès sombre » se retrouve vers l'Est, au San Cristobal et dans la Sierra Almadén. Mais c'est surtout le Crétacé et plus particulièrement le Crétacé inférieur et « l'Aptien gréseux à Orbitolines », terme bien connu de la littérature géologique, qui affleure le plus souvent.

Vers l'Est, A. Foucault [1960] vient de le décrire minutieusement au N de Huescar, à 110 km à l'E de Jaén. Au cours d'une excursion, je l'ai reconnu également au N de Castril. Il existe au S de la Sierra Magina, de la Sierra Almadén et du San Cristobal. Mais c'est dans la région de Los Villares qu'il affleure le plus largement. J'en ai précisé les contours, au-devant du front subbétique, depuis la Pandera jusqu'à Martos. On a vu par ailleurs qu'il réapparaît dans la fenêtre de Valpedeñas de Jaén, depuis ce village jusqu'au Río Valdearazo à l'Est. Quant à l'« Aptien gréseux à Orbitolines » du Castillo de Jaén, il n'est pas inutile de rap-

peler qu'il s'agit en réalité de Cénomanién.

Vers l'Ouest, l'extension du Prébétique parautochtone s'avère également considérable. En effet, je l'ai rencontré, sous l'aspect habituel de grès calcaires à Orbitolines, surmontés de marnes blanches albo-cénomaniennes, au N de Priego de Córdoba, dans la Loma de Juan Mateo. L'affleurement a 6 km de long ; il est recouvert localement par du Miocène inférieur transgressif et discordant, et chevauché par la nappe subbétique. Enfin, au cours d'une randonnée effectuée avec M. P. Fallot, un petit pointement a été traversé à 8 km à l'W de Doña Mencía.

Le Prébétique parautochtone s'étale donc, pour le moment, sur un front de 160 km d'Ouest en Est. Il s'agit certes d'affleurements discontinus, mais on a tout lieu de penser, étant donné la remarquable constance latérale de faciès, qu'ils représentent une zone paléogéographique continue, au-devant du domaine subbétique.

Partout, dans la province de Jaén et au N de Priego de Córdoba, ce Prébétique est chevauché par le Subbétique, qui parfois le dépasse même. On est moins renseigné, par contre, sur ses limites septentrionales, car elles sont souvent cachées sous des dépôts récents. Mais on peut d'ores et déjà être assuré qu'il chevauche le Miocène inférieur du bassin du Guadalquivir ; c'est un fait entre Jaén et Torre del Campo ; plus à l'Est, les coupes de R. Douvillé le suggèrent aussi.

Conclusion. Le Prébétique de la région de Jaén revêt plusieurs aspects bien différents : P. parautochtone, P. subautochtone, P. autochtone, au point de vue tectonique ; importantes différences stratigraphiques également, bien qu'insuffisamment connues encore. On peut y rencontrer des faciès variés, même *profonds* et des sédimentations marines *continues*, caractères jusqu'alors réservés au domaine subbétique. La notion même de Prébétique s'en trouve altérée, plus difficile à préciser. Elle se restreint plutôt vers une notion essentiellement structurale : le Prébétique correspondrait à tous les terrains sédimentaires situés au-dessous ou au-devant du vaste chevauchement subbétique.

Bibliographie.

- ALASTRUÉ E. (1944). — Bosquejo geológico de las Cordilleras subbéticas entre Iznalloz y Jaén. Madrid, Publ. Consejo sup. Invest. cient., 159 p., 34 fig., XXI pl., carte coul. 1/75 000^e.
- BLUMENTHAL M. (1927). — Versuch einer tektonischen Gliederung der betischen Cordilleren von Central und Südwest-Andalusien. *Eclog. geol. Helvetiae*, vol. XX, n° 4, p. 487-532, fig. 1, carte 1/800 000^e.
- BRINKMANN R. et GALLWITZ H. (1950). — El borde externo de las cadenas béticas en el Sureste de España. *Trab. Consejo sup. Invest. cient.*, n° V, Madrid, p. 171-290, 22 fig., 2 pl., carte coul. 1/600 000^e.
- BUSNARDO R. et FONTBOTÉ J. M. (1958). — Le chevauchement subbétique au Sud de Jaén (Andalousie). *C. R. Ac. Sc.*, t. 247, p. 1366-1368.
- DOUVILLÉ R. (1906). — Esquisse géologique des Préalpes subbétiques (partie centrale). Thèse Sc. Paris, Imp. H. Bouillant, 222 p., 19 fig., XVIII pl., carte coul. 1/200 000^e et 1/50 000^e, panorama coul.
- FALLOT P. (1948). — Les Cordillères bétiques. *Est. geol.*, n° 8, p. 83-172, 12 fig., 3 pl.
- FOUCAULT A. (1960). — Découverte d'une nouvelle unité tectonique sous le massif subbétique de la Sierra Sagra (Andalousie). *C. R. Ac. Sc.*, t. 250, p. 2038-2040.
-

Observations nouvelles sur le Jurassique inférieur et moyen dans les Cordillères bétiques sur la transversale de Malaga (Andalousie, Espagne)

par Gonzague DUBAR, Nicole et Yves PEYRE*.

Sommaire. — 23 gisements fossilifères, en grande majorité décrits ici pour la première fois, appartenant au Jurassique inférieur et moyen sont étudiés. Un tableau regroupe ces données, ainsi que les découvertes récentes d'autres auteurs, suivant les unités structurales.

Suivant M. Blumenthal [1930-1931] et P. Falot [1948], deux ensembles tectoniques existent dans la région qui fait l'objet de cette étude (cf. fig. 1) : l'un d'eux correspond à la « zone pénibétique » (*l. s.*) et comprend les massifs calcaires situés au S d'Antequera ; l'autre, la « zone subbétique », groupe les massifs isolés qui se dressent au Nord. La Sierrecilla de Salinas, considérée par M. Blumenthal comme un élément pénibétique (*l. s.*), sera étudiée ici à la suite des éléments subbétiques.

Dans le Pénibétique que nous avons étudié, les gisements de Jurassique inférieur et moyen sont encore peu nombreux ; dans le Subbétique, au contraire, ils sont bien plus fréquents et correspondent à des points fossilifères non encore signalés, à l'exception de l'un d'entre eux : celui de la Sierrecilla de Salinas, découvert par les géologues de la « mission d'Andalousie », mais mis en doute par M. Blumenthal.

I. ZONE SUBBÉTIQUE. RÉGION D'ESTEPA. — Dans la zone subbétique, les gisements étudiés se groupent en deux régions : celle des Sierras d'Estepa au Nord-Ouest et celle dite « du Pedroso » au Nord-Est. Les Sierras d'Estepa constituent un petit massif calcaire, très fragmenté, isolé au milieu du Trias et du Tertiaire. Malgré sa tectonique tourmentée, on peut y reconnaître deux ensembles : à l'Ouest, celui de la Sierra Becerrero et de ses annexes, composé essentiellement de calcaires oolithiques et de calcaires noduleux de type « fausse brèche ». Les macrofaunes récoltées et l'étude micropaléontologique y ont mis en évidence la présence de

Jurassique supérieur ; les niveaux plus anciens n'y ont pas été reconnus. C'est une masse homogène, plus ou moins faillée, contre laquelle est venu buter, semble-t-il, l'ensemble oriental. Celui-ci est formé d'éléments allongés qui se moulent sur l'ensemble occidental. Le Jurassique inférieur et moyen a été reconnu en de nombreux points dans les parties les plus orientales ; le Jurassique supérieur ne dépasse pas vers l'Est la zone des écaillés du Cortijo de Madroñal où apparaissent les premiers indices de Lias. Les faunes récoltées ont été groupées suivant les éléments structuraux auxquels elles appartiennent, c'est-à-dire suivant les massifs où elles ont été rencontrées.

A) *Hacho de Lora*. Le petit massif calcaréodolomitique du Hacho de Lora se dresse brutalement au N du village de Lora de Estepa et surplombe la route de Séville à Grenade. Audelà d'une importante faille transversale, la partie septentrionale du massif est d'un relief plus modéré et vient s'enfoncer sous les formations oligocènes au chemin d'Estepa à la Salada. Cette petite « sierra » est hachée de failles et les pendages y varient rapidement ; elle s'est révélée très riche en faunes sans que, du fait de la tectonique, il soit possible d'y trouver des coupes stratigraphiques d'une certaine étendue.

L'arête sommitale est dirigée du Nord-Est au Sud-Ouest ; à la base de la série, près de la falaise qui fait face au Nord-Est, s'observent des calcaires dolomitiques

* Note présentée à la séance du 28 mars 1960.

clairs, subverticaux ; viennent ensuite des calcaires massifs de couleur crème, à taches rouges, contenant de très nombreux Brachiopodes (gisement 1¹) : *Rhynchonella* cf. *subdecussata* MÜNSTER, *Spiriferina angulata* OPP., *Sp. angulata* OPP., *Terebratula* sp. voisine de *rudis* GEMM., *Zeilleria hierlatzica* GEYER, *Z. polymorpha* SEG.

(formes jeunes), *Z. (Plesiothyris)* sp. gr. *verneuli* DESL., *Z. itoensis* DUBAR, *Z. cf. itoensis* DUBAR, *Leptaena appenninica* CANAV.

Cet ensemble caractérise le Lias inférieur ; *Z. (Plesioth.) verneuli* se trouve dans le Lias moyen, mais, en Algérie, on connaît également des *Plesiothyris* du Lias inférieur.

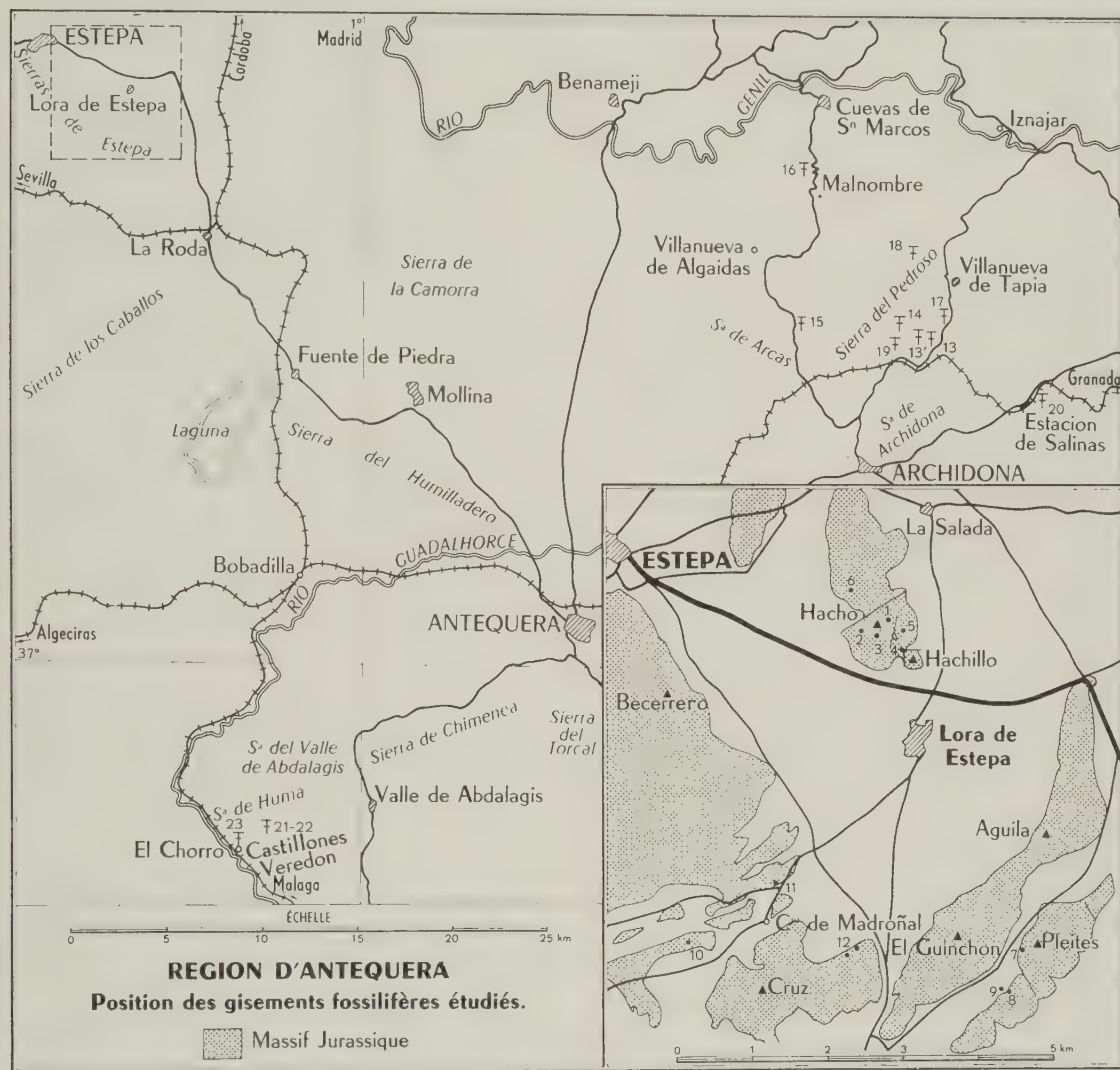


FIG. 1. — Région d'Antequera. Position des gisements fossilifères étudiés.

L'arête se continue dans des calcaires massifs, bréchiques, de teinte claire, puis dans des calcaires mieux lités qui culminent à la cote 709 ; après un petit col correspondant à des niveaux plus tendres, invisibles sous les éboulis et la végétation, on trouve des calcaires bruns, bien lités, avec un pendage de 70° vers le Sud-Ouest. Le sommet d'altitude 700 est dans un calcaire pseudoolithique massif, de teinte claire avec de rares taches rouges, qui a livré une faunule mal conservée datée de l'Aalénien plutôt inférieur (gisement 2) : *Rhynchonella*

prava (?) ROTHPL., *Rhynch. rubrisaxensis* ROTHPL., *Terebratula* (« *Dictiothyris* ») *rossii* CANAV.

Dans la pente au-dessous du col, 50 m environ au SE de celui-ci, un beau calcaire rosé à nombreuses encrines a livré (gisement 3) : *Rhynch. sp. gr. briseis* GEMM., *Rhynch. sp. gr. guembeli* OPP., *Spir. segregata* DI STEF., *Spir. cf. obtusa* GEYER, *Ter. aspasia* GEMM., *Ter. dubiosa*

1. Les numéros des gisements correspondent à ceux indiqués sur la fig. 1.

HAAS, *Z. hierlatzica* GEYER (très abondantes), *Z. cf. roemeri* RAU.

Cet ensemble faunique, caractérisé par l'abondance des Zeilleries digones (*Z. hierlatzica*) se place dans le Lias inférieur et se rencontre ailleurs (Haut-Atlas marocain) dans la zone à *Echioc. rariostatum*.

Au Sud-Est encore, au col entre le Hacho et le Hachillo, une brèche d'origine probablement tectonique est visible sur quelques mètres. Dans les éléments homogènes de calcaire rouge à Encrines et Bélemnites qui la constituent, on trouve (gisement 4) : *Rhynch. pseudoscherina* PARONA ?, *Rhynch. cf. zugmayeri* GEMM., *Rhynch. sp.* voisine de *zugmayeri* GEMM., *Rhynch. sp.* voisine de *variabilis* SCHLOTH., *Spiriferina* (?) *recondita* GEMM., « *Glossothyris* » *nimbata* OPP. sp., « *Glossothyris* » sp., *Phymatothyris cerasulum* ZITTEL sp., *Zeill. fraasi* OPP. sp., *Zeill. sp.*, *Zeill. cf. polymorpha* SEG. sp., *Zeill. sp. nov.* voisine de *arethusa* DI STEF. sp.

Le niveau ainsi caractérisé correspond au passage du Lias inférieur au Lias moyen.

Enfin, toujours dans la même zone, une série inclinée vers le Sud-Ouest d'environ 50°, terminée par un petit paquet de Tertiaire, comporte un niveau un peu plus tendre, marqué par un léger replat ; dans ce niveau, des calcaires lités de couleur lie-de-vin ont livré quelques Ammonites (gisement 5) dont : *Grammoceras striatulum* SOW., *Polypilectus discoides* ZIET., *Harpoceras crassifalcatum* DUM. du Toarcien supérieur.

Au-delà de la faille qui limite au Nord la partie la plus élevée du massif, un seul gisement a été trouvé. Au-dessus de calcaires blancs oolithiques, à Encrines, dont le pendage est de 30 à 40° vers le Sud-Ouest, des calcaires rouges, plus ou moins encroûtés par des oxydes de fer, forment un banc, peu épais, apparemment discontinu, qui a livré une faune de Brachiopodes bien conservés, accompagnés de quelques Ammonites (gisement 6) : *Arietoceras sp.* voisin de *bertrandi* KILIAN, *Emaciatoceras emaciatum* CAT. [in O. HAAS], *Emaciat. impetum* FUC., *Arietoceras* (di *Stefania*) sp., *Canavaria sp.*, *Plagiostoma sp.*, *Rhynch. « forma indeterminata »* PARONA [Brach. Liass. Saltrio e Arzo, 1884, tav. III, fig. 3, non 4-5], *Rhynch. gr. amalthei* QUENST., *Rhynch. sp. gr. zeina* CANAV., *Rhynch. scherina* GEMM., *Rhynch. glycinna* GEMM. et formes voisines, *Rhynch. bulga* (?) PARONA, *Spiriferina cf. appenninica* CANAV., *Spirif. sp.* [à très net sinus frontal], *Liothyris punctata* SOW. [in PARONA], *Ter. gozzanensis* PARONA, *Ter. cf. gozzanensis* PARONA [variétés], *Ter. « Glossothyris » aspasia* MENEGH. [in GEMMELLARO], *Ter. « Glossothyris » cornicolana* CANAV., « *Ter. »* (« *Glossoth. »* sp., « *Ter. »* sp. gr. *bittneri* GEYER, *Zeill. cf. darwini* DESL.

Du fait de ses Ammonites, cette faune se place au Domérien supérieur.

B) *Pleites*. Au SE du village de Lora de Estepa, le massif de *Pleites* constitue l'élément le plus oriental des Sierras de Estepa. Ce petit massif allongé du Sud-Ouest au Nord-Est présente un pendage moyen de 45° vers le Sud-Est, mais la série est renversée.

La base stratigraphique est constituée par une série de dolomies, épaisse d'environ 200 m, à laquelle succèdent 300 m de calcaires plus ou moins dolomités. A leur partie supérieure, dans un banc peu épais de calcaire dolomitique jaune, secondairement décalcifié, ce qui se traduit par un aspect finement vacuolaire, l'on a pu extraire des Brachiopodes mal conservés (gisement 7) : *Rhynch.*

guembeli OPP., *Rhynch. sp. gr. scherina* GEMM. [exemplaires déformés], *Rhynch. spp.*, *Spiriferina handeli* (?) DI STEF., *Sp. acuta* (?) STUR. [une grande valve incomplète seulement], *Sp. sp.*, *Sp. sp. gr. tumida* BUCH., *Sp. sp. gr. recondita* DI STEF., *Zeill. partschi* (?) OPP., *Zeill. sp.*

Une partie des Spiriférines et *Zeill. partschi* appartiennent au sommet du Lias inférieur.

Légèrement au-dessus, un calcaire lie-de-vin à taches plus foncées, légèrement marneux, a livré la faune suivante (gisement 8) : *Lytoceras sp.*, *Protogrammoceras* (?) *fieldingii* REYN., *Protogrammoceras* (?) sp. voisin de *dubiosum* FUC., *Naxensiceras timei* GEMM., *Naxensiceras sp.* (di *Stefania rotulata* FUC.), *Tauromenia spp.*, *Canavaria haugi* GEMM., *Belemnites sp.*, Gastéropodes divers, *Rhynch. pusilla* GEMM., *Spir.* voisine de *pichleri* NEUMAYR et d'*alpina* OPP., *Ter. sp. gr. aspasia* MENEGH., *Phymatothyris rheumatica* RENZ var. *depressa* RENZ, *Phym. kerkyraea* RENZ, *Koninckina liasina* BOUCHARD [in DESL.], *Koninckina sp.*

La présence de certains groupes et en particulier des *Tauromenia* date d'une manière extrêmement précise cette faune, qui se place ainsi à l'extrême sommet du Domérien entre la zone à *Pl. spinatus* et celle à *D. tenuicostatum*.

Pour terminer cette série de *Pleites*, notons qu'au sommet stratigraphique de l'ensemble calcaréo-dolomitique, on observe des calcaires marneux blancs, contenant parfois des bancs de silex. Des empreintes de Lamellibranches attribuables à *Posidonomya alpina* GRAS et une Ammonite mal conservée ont conduit à attribuer cette formation au Jurassique moyen (l. s.) (gisement 9).

C) *Région du Cortijo de Madroñal*. Aux environs sud-est de Madroñal s'étend une zone tectoniquement complexe, caractérisée par un style en écailles poussées vers le Nord-Ouest.

Dans l'une de ces écailles, au sein d'un calcaire blanc, massif, très riche en Encrines, nous avons trouvé une faune de Brachiopodes de petite taille (gisement 10) : *Rhynch. (Stolmorhynchia) cf. erycina* DI STEF., *Rhynch. (Stolm.) erycina* DI STEF. passant à *Rhynch. clesiana* LEPSIUS, *Rhynch. (Stolm.) cf. prava* ROTHPL. et formes voisines, *Rhynch. aff. cymatophora* ROTHPL., *Rhynch. fascicula* ROTHPL., *Rhynch. (Gnathorhynchia) aff. trigonella* ROTHPL. [cette espèce, d'après Rothpletz, comme d'après Deslongchamps, serait callovienne ; il s'agit là, sans doute, d'espèces homéomorphes], *Terebratula sp.*

Non loin de ce point, dans la même écaille, on trouve : *Rhynch. aff. cymatophora* ROTHPL., *Rhynch. aff. trigonella* ROTHPL., *Ter. laterisulcata* ROTHPL., *Ter. byga* DE GREG., *Ter. sp.* [à fort plissement frontal], *Zeill. (Antiptychina) angustipectus* ROTHPL.

Ces deux faunes, en partie distinctes, indiquent un niveau assez bas dans l'Aalénien.

Dans cette même zone d'écailles, au Nord du Cortijo de Madroñal, un calcaire encrinitique rose a fourni (gisement 11) : *Rhynch. sp.*, *Ter. latilingua* ROTHPL. [à valves plus gonflées que le type].

Un niveau fossilifère présentant les mêmes caractères pétrographiques a été rencontré à l'Est du même Cortijo (gisement 12) : une Ammonite mal conservée, *Tulites (Rugiferites) sp. (?)* ; *Rhynch. coarctata* OPP., *Rhynch. cf.*

polymorpha OPP. (de petite taille, 1 à 2 plis latéraux), *Rhynch. aff. polymorpha* OPP. (forts plis frontaux), *Rhynch. defluxa* OPP., *Rhynch. (Gnathorhynchia) aff. trigona* QUENST. [in ROTHPLETZ], *Ter. latilingua* ROTHPL., *Ter. aff. latilingua* ROTHPL., *Ter. (Glossothyris) bifida* ROTHPL. [une valve pédonculaire seule], *Ter. (Gloss.) cf. vilsensis* OPP., *Aulacothyris supinifrons* ROTHPL., Zeill. (*Antipitychina* sp.).

Le genre *Tulites* est du Bathonien moyen ; l'ensemble de la faune appartiendrait au Bajocien supérieur-Bathonien.

II. ZONE SUBBÉTIQUE. RÉGION « DU PEDROSO ». — Au Nord et au Nord-Ouest d'Archidona, entre la ligne de chemin de fer Bobadilla-Grenade et le Rio Genil, affleure une épaisse série de marnes et de marno-calcaires qui déterminent un paysage de collines assez molles, accidentées çà et là de petits massifs calcaréo-dolomitiques tels que ceux du Pedroso, d'Arcas, de Cuevas Altas. Cette région n'a jamais fait l'objet d'études détaillées ; à son emplacement, les géologues de la mission d'Andalousie indiquent du Nummulitique sur leur carte ; M. Blumenthal, qui l'a vue à distance, pense qu'elle est essentiellement composée de Crétacé. La seule observation précise que nous ayons est due à P. Fallot qui en 1928 décrit une faune du Lias provenant de la Sierra du Pedroso (cf. *infra*). En fait, dans cette région, le Lias couvre de grandes étendues et ses caractères sont bien distincts de celui des environs d'Estepa.

Le massif du Pedroso est composé de calcaires blancs, bien lités en moyenne ; au pied du massif, sur sa bordure orientale, les calcaires blancs supportent des calcaires crème, silicifiés, localement assez fossilifères.

Au voisinage de la route d'Archidona à Villanueva de Tapia, P. Fallot [1928, 1932] y a découvert la faune suivante (gisement 13) : *Lytoceras* sp., *Tropidoceras demomense* GEMM., *Tr. galatense* GEMM., *Tr. cf. galatense* GEMM., *Tr. masseanum* D'ORB. sp. var. nov., *Tr. mediterraneum* GEMM., *Tr. cf. zancleanum* GEMM., *Gemmellaroceras* n. sp., *Gemmellaroceras* ou *Polymorphites*, *Coeloceras pettos* GEMM. (non QUENST.), *Inoceramus ventricosus* SOW.

P. Fallot note l'existence dans le même banc de Dérocératidés. Il attribue cette faune au Pliensbachien inférieur (zone à *Tr. ibex*).

Au Sud-Ouest du massif, nous avons trouvé une disposition analogue et des faunes comparables (gisement 13) : *Tr. galatense* GEMM., *Tr. cf. mediterraneum* GEMM., *Tr. spp.* formes jeunes, *Eoderoceras* sp., *Gemmellaroceras aff. alloplacum* GEMM.

Quelques centaines de mètres plus à l'Ouest, un niveau voisin a été reconnu (gisement 14) : *Nautilus* sp., *Phylloceras* cf. *spade* MENEGH., *Juraphyllites* sp. (formes jeunes), *Lytoceras fimbriatum* SOW., *Eoderoceras gemmellaroi* LEV., *Eoderoceras* sp., *Protogrammoceras aff. curionii* MGH., *Acanthopleuroceras* cf. *maugenesti* D'ORB., *Acanthopl. sp.* voisin de *maugenesti* D'ORB., *Liparoceras* sp.,

Spiriferina appenninica CANAV., *Discohelix orbis* REUSS, *Pecten subreticulatus* STOLICZKA.

Dans la Sierra de Arcas, située à une dizaine de kilomètres à l'Ouest de la Sierra du Pedroso, on trouve une série très comparable de calcaires blancs suivis de calcaires à silex. A la limite entre les deux formations existe un niveau assez mince montrant, dans la coupe de la route de Villanueva de Algaidas à la gare d'Archidona, des Ammonites silicifiées ; du fait de sa position, il peut s'agir ici du même niveau fossilifère qu'au Pedroso.

Sur cette même coupe, dans la série des calcaires à silex qui, peu à peu, s'enrichissent en marnes vers le haut, à hauteur du km 11, un lit pétri d'organismes mal conservés a permis de dater le Domérien inférieur à moyen (gisement 15) grâce à : *Phylloceras* sp., *Lytoceras* sp. gr. *bettonii* FUC., *Lytoc. sp. gr. ovimontanum* GEY., *Derolytoceras tortum* QUENST., *Derolytoceras* sp., *Lytoceras* spp. (2 ou 3 autres formes), *Arietoceras* cf. *fieldingi* REYN. [in Monestier, pl. IV, fig. 28-30], *Protogrammoceras* cf. *pectinatum* MENEGH., *Protogr. aff. pectinatum* MENEGH., *Reynoceras ragazzoni* HAUER, *Atractites* sp., *Pleurotomaria expansa* SOW. (in STOLICZKA).

L'abondance des Lytocératidés est particulièrement notable dans cette faune.

Un niveau stratigraphiquement plus élevé a été repéré au Nord de ce dernier point, dans la coupe de la route de Villanueva de Algaidas à Cuevas de San Marcos, au km 24,2 où une petite carrière entame des calcaires argileux bleutés, à patine brunâtre, montrant souvent des Lamellibranches et des Bélemnites silicifiées. La série qui en ce point pend au Nord paraît assez épaisse.

Au point signalé, nous avons trouvé des empreintes d'Ammonites en mauvais état (gisement 16) : *Naxensiceras emendatum* FUC., *Tauromenia* cf. *mazetieri* DUBAR, *Lioceratoides grecoi* FUC., *Murleyiceras* cf. *schopeni* GEMM., *Lioceras* cf. *subplanatum* OPP. (in DUMORTIER), accompagnés de Bélemnites et de Lamellibranches parfois silicifiés. Les *Tauromenia* datent ce niveau d'une manière précise. De même que le gisement 8, celui-ci se place au sommet du Domérien, entre la zone à *Pl. spinatum* et celle à *Dact. tenuicostatum*.

Le même niveau a été retrouvé 3 km environ au Nord-Ouest de ce point, au pied du sommet de la cote 601 dénommé Montenegro, avec : *Naxensiceras* sp., *Lioceratoides elegans* HAAS (non SOW.).

Ce n'est qu'autour du massif du Pedroso que des niveaux plus élevés ont pu être mis en évidence. Sur la route d'Archidona à Villanueva de Tapia, au km 10, affleurent des bancs de calcaire blanc à patine jaunâtre, assez marneux, dont le faciès rappelle fort le Crétacé moyen des environs d'Estepa.

La formation a environ 20 m d'épaisseur et appartient à l'Aalénien moyen (zone à *L. opalinum*) car elle a livré

(gisement 17) : *Phylloceras* sp., *Pleydellia subcompta* BRANCO, *Pl. lotharingica* BRANCO, *Pl. cf. aalensis* ZIETEN, *Vacekia costula* REINECKE (?) [in VACEK, San Vigilio, pl. VIII, fig. 4], *Lioceras plicatellum* BUCKM., *Dumortieria cf. levesquei* D'ORB., *Dum. sp. gr. subundulata* BRANCO, *Catulloceras cf. insignisimile* BRAUN (in GÉRARD et BICHELONNE), *Hammatoceras lorteti* DUM. (in VACEK), *Hamm. meneghinii* BONAR. (?), *Erycites reussi* HAUER.

Cette formation constitue un excellent repère stratigraphique ; bien que son épaisseur soit réduite (20 m environ), son faciès et la présence constante d'Ammonites permettent de la distinguer sans confusion. On a pu la suivre tout autour du massif du Pedroso ; 3 km environ à l'WNW de Villanueva de Tapia nous y avons recueilli (gisement 18) : *Lytoceras* sp. voisin de *dilucidum* OPP., *Pseudolioceras* (?) à rapprocher de *riverense* MONEST., *Vacekia* sp. gr. *costula* VACEK non REINECKE, *Catulloceras* sp. voisin de *insignisimile* BRAUN.

Au-dessus de l'Aalénien moyen blanc, on trouve en général un niveau peu épais de marnes rouges accompagnées de petits lits calcaires. Au S du Pedroso (E du Cortijo del Endrinar), ces marnes semblent passer latéralement à un calcaire noduleux de type « fausse brèche », de couleur violacée, assez marneux. Nous y avons recueilli (gisement 19) : *Phylloceras* sp., *Lytoceras* sp., *Hammatoceras aff. vaceki* ROMAN, *Erycites aff. fallax* BENECKE, *Erycites* sp. voisin de *fallax* BEN.

Cette faune est à rapporter au sommet de l'Aalénien (zone à *L. purchisonae*).

III. SIERRECILLA DE SALINAS. — La Sierrecilla de Salinas est un petit massif calcaire qui se dresse à environ 1 km à l'Est de la gare de Salinas, au milieu d'une zone triasique ondulée. Cette butte présente un intérêt historique et stratigraphique déjà souligné par M. Blumenthal [1931] ; c'est là que, pour la première fois, en 1889, M. Bertrand et W. Kilian ont signalé en Andalousie l'existence d'un Lias à affinités italiennes (Lias à *Pygope aspasia*). Cependant M. Blumenthal, n'ayant pas retrouvé le gisement désigné par la mission d'Andalousie, émet un doute sur les caractères, la disposition des couches reconnues, voire leur localisation. Pour ces raisons, il nous a paru bon de revoir ce massif.

Sur le flanc occidental de cette colline affleurent des couches à pendage WSW. A la base, on trouve des calcaires blancs, massifs, cristallins, à patine claire ; à leur sommet, ces calcaires prennent une teinte brunâtre et leur pâte devient plus fine, leur cassure presque conchoïdale. Ces modifications s'observent sur environ 1,5 m. Au-dessus, une zone couverte de végétation correspond à une dizaine de mètres de calcaires rougeâtres, très marneux, suivis par une épaisse série de marno-calcaires gris, à silex.

Le sommet des calcaires cristallins est fossilifère (gisement 20) :

Juraphyllites sp., *Arietoceras* sp. (douteux), *Dactylioceras aff. mirabile* FUC., *Dact. spp.* voisins de *mirabile*

FUC., *Murleyiceras murleyii* BUCKM., *Murleyic. spp.*, *Terebratula aspasia* MENEGH. var. *myrtho* MENEGH. (= var. *minor* GEMM. non ZITTEL).

Cette faune, dont les Ammonites sont très mal conservées, se place au passage du Domérien au Toarcien (voisinage de la zone à *Dact. tenuicostatum*).

La série stratigraphique correspond bien à la description que donnent M. Bertrand et W. Kilian [1889, p. 412] ; nous avons pu examiner la faune qu'ils y ont récoltée et qui est conservée au laboratoire de Géologie de la Sorbonne. Ils ont donné la liste suivante² :

Belemnites sp., *Arietites cf. multicostatus* HAUER (non Sow.), *Pecten (Amussium) stoliczkai* GEMM., *Spiriferina rostrata* SCHL., *Pygope aspasia* MENEGH. var., *Zeilleria cf. andleri* DUM., *Z. partschi* OPP., *Rhynchonella dalmasi* DUM., *Rhynch. serrata* Sow., *Rhynch. triplicata* QUENST.

Les Ammonites dénommées *Arietites cf. multicostatus* HAUER (non Sow.) sont en fait, pour la plus grande part, des *Arietoceras* que l'on peut rapprocher d'*Ariet. fucini* DEL CAMPANA. Cette faune caractérise le Domérien ; mis à part *Ter. aspasia*, elle est différente de celle que nous avons trouvée, mais d'un âge voisin. Le sommet des calcaires francs ne correspond donc pas à un niveau paléontologique précis, même pour des points rapprochés.

Cette série de la Sierrecilla de Salinas avec son ensemble de calcaires suivis de niveaux plus marneux à silex, réalise un schéma analogue à celui de la série du Pedroso, à ceci près que les calcaires francs y montent plus haut.

IV. ZONE PÉNIBÉTIQUE. CASTILLONES. — Au SW d'Antequera se dresse la Sierra del Valle de Abdalagis, partie intégrante du « Pénibétique », tel que le conçoit M. Blumenthal. L'extrémité occidentale du massif est profondément entaillée par le Rio Guadalhorce, en des gorges grandioses connues sous le nom de « Chorro ». La ligne de chemin de fer de Bobadilla à Malaga emprunte cette trouée au prix de multiples ouvrages d'art. Ainsi rendue d'accès facile, cette coupe transversale a toujours constitué un des points de départ des études géologiques de la région.

La Sierra del Valle de Abdalagis possède une ossature d'éléments jurassiques calcaires orientés

2. Dans son mémoire paléontologique, W. Kilian [1889, p. 609] cite Salinas comme gisement d'*Harpoceras bertrandi* KIL. Cette Ammonite n'est pas citée dans la liste qui est reproduite ici et nous n'avons trouvé que le seul exemplaire de la Sierra Elvira dans les collections de la Sorbonne.

E-W, parallèlement l'un à l'autre et très disloqués. Au flanc sud de la Sierra de Huma, dont la terminaison occidentale constitue la barrière dans laquelle est taillé le dernier défilé du Chorro, on trouve une écaille allongée d'Est en Ouest sur 4 km et dont le pied occidental est traversé par la voie ferrée au tunnel XI. Ce rocher du Castellones possède une série verticale peu épaisse (300 m au maximum) qui débute au Nord par des dolomies et des marnes bariolées attribuées par M. Blumenthal [1930] à la base du Lias, tandis que sur le flanc sud on voit les calcaires « fausse-brèche » du Tithonique-Berriasien disparaître au contact du Flysch.

Dans ce rocher, à 300 m environ au SE du Rancho del Puerto de Flandes, un calcaire grisâtre à patine claire, riche en encrines, a livré (gisement 21) :

Nautilus sp., *Acanthopleuroceras arietiforme* OPP., *Acanth.* sp. voisin de *arietiforme* OPP., *Acanth. aff. maugenesi* D'ORB., *Acanth.* sp. voisin de *stahli* OPP., *Tropidoceras calliplocoides* SPATH, *Trop. cf. futtereri* SPATH, *Trop. sp. gr. calliplocum* GEMM., *Spirif. aff. gibba* SEG. (in DI STEF.), *Spirif. sp.*, *Rhynch. sp. zitteli* GEMM., *Rhynch.* ayant les caractères de *Rh. guembeli* OPP. du Lias inférieur, *Rhynch. pectiniformis* CANAV., *Zeilleria* sp.

Cette faune caractérise le Pliensbachien (zone à *Tr. ibex*).

D'autre part, dans un bloc éboulé rencontré au pied méridional du Castellones, nous avons trouvé la faune suivante (gisement 22) :

Lytoceras bettonii FUC., *Lytoc. sp.*, *Arietoceras* sp. voisin de *Ar. algovianum* OPP., *Fuciniceras aff. portisi* FUC., *Rhynch. dalmasi* DUM. (in DI STEF.).

Cet ensemble se place dans le Domérien (zone à *Ar. algovianum*), avec quelques éléments peut-être un peu plus anciens. Mais nous ne connaissons pas l'origine de ce bloc et ne pouvons pas affirmer que ce niveau soit fossilifère dans le rocher de Castellones.

Sur la voie de chemin de fer, dans la tranchée de sortie du tunnel XI, Michel-Lévy et Bergeron ont découvert la faune suivante, attribuée au Bathonien, que M. Bertrand et W. Kilian [1889, p. 424] citent dans leur mémoire :

Belemnites sp., *Heligmus polytypus* DESL., *Terebratula circumdata* DESL., *Rhynchonella varians* SCHL. (abondante), *Rhynch. sp.*

Tout comme M. Blumenthal, nous n'avons pas pu retrouver ce gisement dans les calcaires bréchiques de cet endroit ; de plus *Heligmus polytypus* ne figure pas dans les collections conservées à la Sorbonne.

Par contre, 100 m plus au Sud, au-dessus de l'entrée du tunnel XII, nous avons découvert (gisement 23) : *Terebratula bifrons* OPP., *Rhynchonella aff. trigona* ROTHPL., *Rhynch. aff. trigonella* ROTHPL.

Cette faune peu variée, mais riche en individus, se rapporte au Callovien ; de nombreux Polypiers sont associés à ces Brachiopodes. M. J. Alloiteau, qui a bien voulu les examiner, a reconnu : une forme appartenant à la famille des *Chaetetidae*, une forme (?) d'un genre nouveau apparenté à *Cladophyllia*, *Cladophyllia* sp., *Isatrocaenia* sp., *Axosmia* sp., *Montlivaltiopsis* sp.

L'état de conservation des organismes ne permet pas une détermination spécifique.

Si l'on peut conserver des doutes sur l'âge exact de la faune recueillie par Michel-Lévy et Bergeron, il ne semble pas qu'il puisse y avoir de discussion sur sa localisation stratigraphique (voir à ce sujet M. Blumenthal [1930, p. 111]).

Par son épaisseur réduite, son Callovien à Polypiers, certains niveaux conglomératiques ou détritiques qu'elle renferme, cette série jurassique du Castellones est bien différente des séries subbétiques ; par contre, elle est très comparable au Jurassique du Palo de Malaga qui vient d'être décrit récemment [Azéma, 1960 ; Azéma, Durand Delga et Peyre, 1960].

CARACTÈRES PRINCIPAUX DU JURASSIQUE INFÉRIEUR ET MOYEN DANS LES RÉGIONS ÉTUDIÉES. — A) *Région d'Estepa*. Dans cette zone, il n'a pas été possible de trouver une série continue du Jurassique inférieur et moyen ; les efforts tectoniques auxquels ont été soumises les formations ont entraîné leur fragmentation en écailles indépendantes. Bien plus, le fait qu'aucune des faunes mises à jour en un point n'ait été retrouvée dans les chaînons voisins³ ne permet pas de se rendre compte si les éléments actuellement contigus n'étaient pas, lors de la sédimentation, éloignés les uns des autres ; une reconstitution paléogéographique de détail se révèle impossible dans l'état actuel de nos recherches.

Cependant, un certain nombre de caractères, à la fois lithologiques et paléontologiques, sont communs aux différents éléments structuraux :

— à la base s'observent des dolomies, au-dessus desquelles les séries passent à des calcaires ; ceux-ci, bien lités en général, revêtent

3. Ceci peut s'expliquer en partie par le fait que les Brachiopodes se rencontrent le plus souvent groupés en « nids » très localisés.

	A	B	C	D — PÉNIBÉTIQUE?		
	BÉTIQUE DE MALAGA	RONDAÏDES	PÉNIBÉTIQUE Castillones	« Zone d'Espildora »	Observations anciennes	Salinas
DOGGER			Calcaire à <i>Heligmus</i> <i>polytypus</i> .			
AALÉNIEN					Calcaire à <i>L. murchisonae</i> , <i>Posidonomya alpina</i> ... (Gibalto)	
TOARCIE						
		(S ^e de las Nieves)			Calc. rouge à <i>Hildoceras bifrons</i> (Gibalto)	20. Calcaires brunâtres à <i>Dactylioceras</i> , <i>Murleyiceras</i> , <i>T. aspasia</i> .
DOMÉRIEN	Calcaires à oolites ferrugineuses à <i>Protogrammoceras</i> , <i>Arietoceras</i> , <i>Naxensiceras</i> , <i>Dactylioceras</i> ... (Palo de Malaga, Comares)	22. Calcaire à <i>Arietoceras</i> , <i>Fucinoceras</i> , etc...	Calc. noduleux rouges à <i>Arietoceras</i> ...	Calcaires noduleux rouges à <i>Arietoceras</i> ...	Calc. rougeâtre à <i>Arietoceras algovianum</i> (Gibalto)	Calc. à <i>T. aspasia</i> , <i>Arietoceras fucini</i> , etc. (Mission d'Andalousie)
PLIENS-BACHIE					Calcaires à silex, à <i>Rh. bidens</i> , <i>Hinnites</i> <i>velatus</i> (Saucedo)	
			21. Calcaire à <i>Fucinoceras</i> , <i>Acanthopleuroceras</i> ...			
LIAS INFÉRIEUR		(S ^e Prieta) <i>Psiloceras</i> ? ou <i>Arietites</i> ? ou <i>Echioceras</i>		Calcaires noduleux rouges à <i>Arnioceras</i> ...		

TABEAU 1. — Répartition des niveaux fossilifères du Jurassique inférieur et moyen dans les Cordillères bétiques sur la transversale de Malaga.

E — SUBBÉTIQUE					
Archidona	Région du Pedroso	Région d'Estepa			
		Madroñal	Pleites	Hacho de Lora	
		11-12. Calcaire rouge à Encrines et Brachiopodes			DOGGER
	19. Calcaire noduleux lie-de-vin à <i>Hammatocheras</i> , <i>Ergaticus</i> ... 17-18. Marnocalcaires blancs à <i>Hammatocheras lorteti</i> , <i>Pleydellia subcompta</i> ...	10. Calc. blanc à Encrines et Brachiopodes	9. Calc. marneux blanc, à silex et <i>Posidonomya</i> .	2. Calcaires clairs à Encrines et Brachiopodes	AALÉNIEN
Calcaires gris à <i>Pseudogr. fallaciosum</i>				5. Calcaires lités lie-de-vin à <i>Polyplectus discoides</i> ...	TOARCIEN
Calcaires blancs et marnes grises à <i>Hildoceras bifrons</i>	16. Calcaires marneux à <i>Tauromenia</i> , Lamelli-branches... 15. Calcaires et marnes à <i>Lytocératides</i> , <i>Arietoceras</i> , <i>Reynoceras</i> ...		8. Calcaire lie-de-vin à <i>Tauromenia</i> et Brachiopodes	6. Calc. rouge à Encrines, <i>Arietoceras</i> et Brachiopodes	DOMÉRIEN
			7. Calcaire dolomitique à Spiriférines et <i>Zeilleria partschi</i> ...		PLIENS-BACHIEN
	14. Calcaire à <i>Acanthopleuroceras</i> ... 13-13 Calcaire silicifié à <i>Tropidoceras</i>			4. Calc. rouge à Encrines et Brachiopodes 3. Calc. rosé à Encrines et Brachiopodes (<i>Zeillerie digones</i>) 1. Calc. crème à Brachiopodes	LIAS INFÉRIEUR

TABLEAU 1. — (Suite).

fréquemment le faciès oolithique; les Encrines, souvent abondantes, le sont plus particulièrement dans les niveaux fossilifères. Les calcaires marneux et les marnes sont exceptionnels (marno-calcaires blancs à silex, attribués au Dogger, du sommet de la série de Pleites). Ce faciès à nette dominante calcaire se continue d'ailleurs jusqu'au Berriasien.

— du point de vue paléontologique, le caractère essentiel est l'abondance extrême des Brachiopodes qui constituent fréquemment à eux seuls l'ensemble des fossiles récoltés; l'extrême sommet de la série de Pleites fait, ici aussi, exception (gisement 9), ainsi que le Toarcien du Hacho (gisement 5).

B) *Région du Pedroso*. Les caractères sont ici nettement différents, voire opposés. D'après nos premières observations, cette vaste zone, dont nous connaissons des témoins vers l'Ouest (Sierra de la Camorra, de los Caballos, del Humilladero), semble s'étendre largement vers l'Est.

Il est possible, ici, de parler d'une « série stratigraphique continue » avec abondance de niveaux repères qui se suivent sur de grandes distances et dont le plus net est constitué par les marno-calcaires blancs de l'Aalénien moyen. Cette série se compose de bas en haut :

— de calcaires que l'érosion a dégagé et qui constituent les sommets (Pedroso, Arcas, Malnobre, Cuevas Altas). La partie supérieure de ces calcaires a été datée du Pliensbachien au Pedroso ;

— au-dessus, la série s'enrichit très rapidement en marnes et les calcaires francs y deviennent l'exception. Le niveau le plus haut qui ait été daté est l'Aalénien supérieur, mais ces caractères se conservent, semble-t-il, pour le reste des temps jurassiques.

Les faunes récoltées sont essentiellement composées d'Ammonites, avec çà et là quelques Lamellibranches ou quelques Gastéropodes, mais les Brachiopodes sont tout à fait exceptionnels.

De même que celle d'Estepa, cette série du Pedroso a été soumise à des efforts tectoniques; les calcaires de la base ont réagi en se cassant et en s'écaillant (Arcas), le reste en se plissant en plis souples, quelquefois rabotés sur le Trias.

Ces observations opposent une « zone d'Estepa », dont les séries calcaires renferment surtout des Brachiopodes, à une « zone du Pedroso », dont la série à dominante marneuse dès le Pliensbachien est riche en Ammonites, les Brachiopodes étant exceptionnels. Une publication ultérieure, où seront définis l'ensemble des caractères des séries stratigraphiques, précisera

les zones paléogéographiques qui s'esquissent déjà dans ce travail.

RÉPARTITION DES GISEMENTS FOSSILIFÈRES DU LIAS ET DU JURASSIQUE MOYEN DANS LES CORDILLÈRES BÉTIQUES, SUR LA TRANSVERSALE DE MALAGA. — Cette répartition est schématisée dans le tableau 1; le texte qui suit ne fait qu'apporter quelques explications utiles pour sa lecture.

Ce tableau a été fait sur le modèle de ceux donnés par P. Fallot [1932]. Il y apporte des compléments en ce qui concerne la transversale de Malaga. Une différence existe toutefois; nous n'y avons consigné que les formations fossilifères, passant volontairement sous silence les niveaux non caractérisés par des macrofaunes.

A) *Bétique de Malaga*. Nous utilisons pour cette zone les données apportées récemment par J. Azéma. Une série mésozoïque repose par endroits sur les formations paléozoïques de Malaga; autrefois décrits par M. Bertrand et W. Kilian [1889], ces éléments avaient été attribués à l'Éocène transgressif par M. Blumenthal [1931] et à sa suite par P. Fallot [1948]; des études récentes [Azéma et *alt.*, 1960] ont permis de retrouver et de compléter les séries observées par la mission d'Andalousie et de dater certains niveaux du Jurassique [Azéma, 1960].

B) *Rondaïdes*. En notant ici les découvertes récentes de R. Hoepfner et Fr. Kockel [1959], nous accordons à ce terme une valeur géographique, sans vouloir discuter de la position paléogéographique et tectonique de cet élément défini par Blumenthal [1930].

C) *Pénibétique*. Seules nos observations concernant le rocher du Castellones ont été classées sous cette rubrique. Rappelons que pour M. Blumenthal [1930-1933] cet élément tectonique appartient à sa « zone pénibétique interne » ou « pénibétique s. s. ». Les homologues entre sa série et celle du Palo de Malaga ont été soulignées plus haut.

Nous n'avons pas mentionné dans ce tableau les calcaires à Nérinées et autres Gastéropodes déjà observés par M. Bertrand et W. Kilian [1885], qui les avaient attribués au Lias. Ces organismes, qui n'ont jamais été étudiés, ne caractérisent pas un niveau précis du Jurassique.

D) *Pénibétique ?* Nous groupons ici :

— les faunes recueillies par R. Hoepfner et Fr. Kockel dans la zone d'Espildora dont la position tectonique reste à définir;

— les faunes recueillies autrefois par les géo-

logues de la mission d'Andalousie ou par M. Blumenthal dans des régions dont l'appartenance tectonique demeure douteuse (localités placées par M. Blumenthal dans son Pénibétique moyen et externe) ;

— celles enfin provenant de la Sierrecilla de Salinas, massif dont nous avons établi plus haut les analogies avec la zone du Pedroso.

E) *Subbétique*. Mis à part le Toarcien d'Ar-

chidona, les renseignements consignés ici correspondent aux faunes que nous avons étudiées. La Sierra d'Archidona où les niveaux fossili-fères du Lias supérieur ont été découverts par M. Blumenthal [1931] est située à quelques kilomètres au Sud du Pedroso. Des études ultérieures montreront si l'on doit la rattacher à la zone du Pedroso ainsi que nous le pensons d'après les descriptions de cet auteur.

Bibliographie.

- AZÉMA J. (1960). — Stratigraphie du Jurassique des environs de Malaga (Espagne). *C. R. Ac. Sc.*, t. 250, p. 2231-2233.
- AZÉMA J., DURAND DELGA M. et PEYRE Y. (1960). — Corte del Mesozoico y del Eoceno en El Palo de Malaga. *Notas y Com. Inst. geol. y min. España*, n° 59, p. 23-26.
- BERTRAND M. et KILIAN W. (1889). — Études sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Malaga. *In* Mission d'Andalousie. *Mém. Ac. Sc.*, t. 30.
- BLUMENTHAL M. (1930). — Beiträge zur Geologie der betischen Cordilleren beiderseits des Río Guadalhorce. *Ecl. geol. Helv.*, vol. 23, p. 41-93.
- (1931). — Géologie des chaînes pénibétiques et subbétiques entre Antequera et Loja et les zones limitrophes (Andalousie). *B. S. G. F.*, (5), I, p. 23-94.
- (1933). — Sur les relations tectoniques entre les zones bétique, pénibétique et subbétique du SW de l'Andalousie. *C. R. Ac. Sc.*, t. 197, p. 1138.
- FALLOT P. (1928). — Sur deux gisements de Lias. *Bull. r. Soc. esp. Hist. nat.*, t. XXVIII, p. 105-110.
- (1932). — Essais sur la répartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des Alpides espagnoles. II : Le Lias. *Géologie Méditerranée occidentale*, vol. IV, n° 1 (part. II), Barcelone.
- (1948). — Les Cordillères bétiques. *Est. geol.*, n° 8, p. 83-172.
- HOEPPENER R. et KOCKEL Fr. (1959). — Lias vor und in den Rondaïden (Südspanien). *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, n° 9, p. 417-424.
- KILIAN W. (1889). — Études paléontologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de l'Andalousie. *In* Mission d'Andalousie. *Mém. Ac. Sc.*, t. 30.

Sur la structure du Secondaire et du Nummulitique des environs de Malaga (Espagne)

par Jacques AZÉMA*.

Sommaire. — L'étude des terrains formant la couverture du Paléozoïque de Malaga, aux abords orientaux de cette ville, a montré, en liaison avec une révision de la stratigraphie, l'existence d'accidents tectoniques notables. Des étirements et des écaillés modifient, en effet, profondément la structure de la série secondaire et nummulitique considérée, jusqu'à maintenant, comme tranquille.

Dans l'ensemble du système bétique, l'unité de Malaga représente l'élément le plus interne. Elle se compose, aux abords orientaux de Malaga, d'une série non métamorphique grésoschisteuse sur laquelle reposent de petits paquets d'un complexe, essentiellement carbonaté, appartenant au Secondaire et au Nummulitique. L'étude de cette région m'a permis de mettre en évidence un certain nombre de niveaux [Azéma, Durand Delga et Peyre, 1960 ; Azéma, 1960] jusqu'alors ignorés ou supposés, ainsi que de montrer l'existence d'accidents tectoniques tels que écaillages et laminages.

I. ESQUISSE STRATIGRAPHIQUE. — En rassemblant les résultats obtenus en divers points du secteur, la série stratigraphique de la zone comprise entre Malaga et Velez-Malaga, comme au voisinage de Comares, peut être synthétisée comme suit :

Sur le Paléozoïque (Dévono-Dinantien ?) on observe de bas en haut :

— une épaisse série permo-triasique comportant localement des quartzites, mais plus généralement des grès et des conglomérats rose violacé, et aussi, plus haut, des argilites à rares lentilles de gypse, et se terminant probablement par des dolomies noirâtres (environ 150 m de puissance au total) ;

— des dolomies grises dont la base présente le faciès typique du Rhétien méditerranéen (quelques mètres) ;

— un ensemble calcaire où j'ai pu reconnaître les étages suivants : Domérien-Toarcien inférieur à Ammonites (déterminées par M. G. Dubar), Dogger ou Malm inférieur, Malm supé-

rieur infra-tithonique, Tithonique-Berriasien (50 à 60 m) ;

— des encroûtements à minces horizons calcaireux, riches en glauconie, dans lesquels Berriasien et Albien sont caractérisés (quelques décimètres) ;

— une série principalement marneuse représentant le Sénonien et probablement l'Éocène inférieur (*p. p.*) (15 à 20 m) ;

— enfin des calcaires à Alvéolines et Nummulites appartenant à de l'Éocène plus élevé (20 à 25 m), probablement yprésiens.

Transgressivement sur le Paléozoïque, le Secondaire et le Nummulitique viennent des sables et marnes datés du Pliocène. Ces dépôts sont situés à proximité du rivage actuel mais sont souvent portés à des altitudes atteignant une centaine de mètres, comme c'est le cas près de Velez-Malaga (bourg à 30 km à l'E de Malaga). Autour de cette agglomération, ces dépôts remplissent d'anciennes vallées antépliocènes.

Un certain nombre de niveaux de cette série stratigraphique avaient déjà été reconnus par M. Bertrand et W. Kilian [1889] lors de la mission d'Andalousie. Par contre M. Blumenthal [1930] avait considéré, à tort, que l'ensemble de la série carbonatée appartenait à l'Éocène et qu'elle reposait transgressivement sur le Paléozoïque.

II. ESQUISSE TECTONIQUE. — La série secondaire et nummulitique exposée ci-dessus ne repose pas tranquillement sur son substratum

* Note présentée à la séance du 28 mars 1960.

primaire, ainsi que les différents auteurs l'admettaient implicitement jusqu'à maintenant.

Nous soulignerons deux faits principaux :

1) Entre chacun des niveaux lithologiques existe ou peut exister une surface d'étirement. Jamais la série n'est continue sur une même verticale.

Ainsi, les quartzites du Werfénien (?) ne nous sont connus qu'au N du Gibralfaro de Malaga, les dolomies noires du Trias supérieur (?) qu'à Rincón de la Victoria, les dolomies en plaquettes du Rhétien qu'à l'W du Cortijo de Cantal, les calcaires domériens à Ammonites que sur le flanc occidental du San Anton et à Velez-Ma-

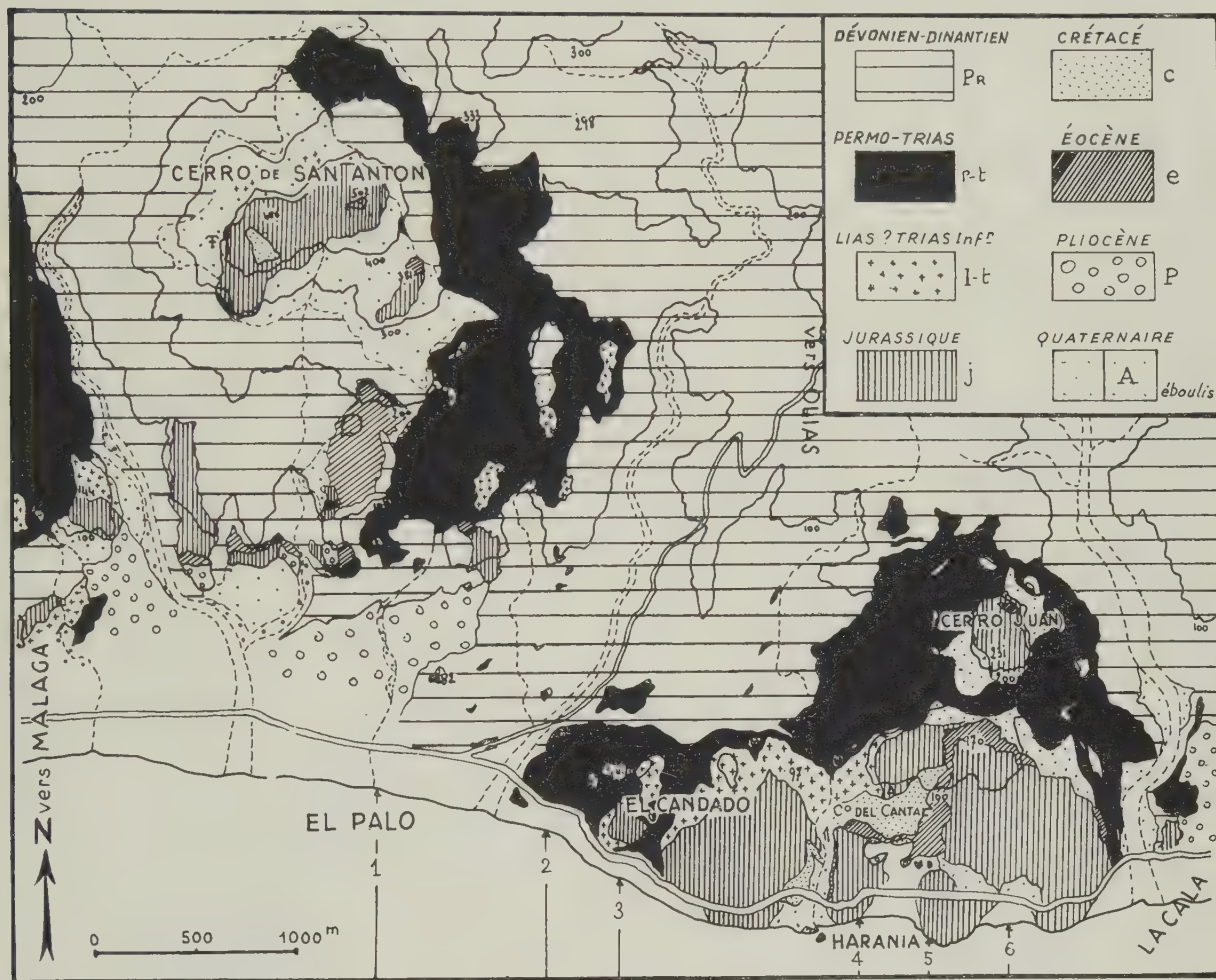


FIG. 1. — Schéma géologique des abords orientaux de Malaga. Au lieu de « Lias ? Trias inférieur », lire « Trias ? Lias inférieur ».

laga, et l'on pourrait citer bien d'autres anomalies de ce genre.

Un bel exemple de ces étirements tectoniques nous est offert par l'affleurement du château de Velez-Malaga. On y voit, reposant sur le Paléozoïque de Malaga ici constitué de phyllades épimétamorphiques (Ordovicien ?), des calcaires et dolomies jurassiques disloqués, probablement rabotés à leur base. Entre les deux ensembles,

j'ai observé un minuscule copeau de grès micacés du Dévono-Dinantien (?), visible sur quelques mètres carrés, et un lambeau de Permo-Trias conglomératique affleurant également sur une petite surface.

2) La série secondaire-nummulitique est, d'autre part, affectée d'un puissant écaillage, apparemment dirigé du Sud au Nord, dans lequel le socle dévono-dinantien (?) est quel-

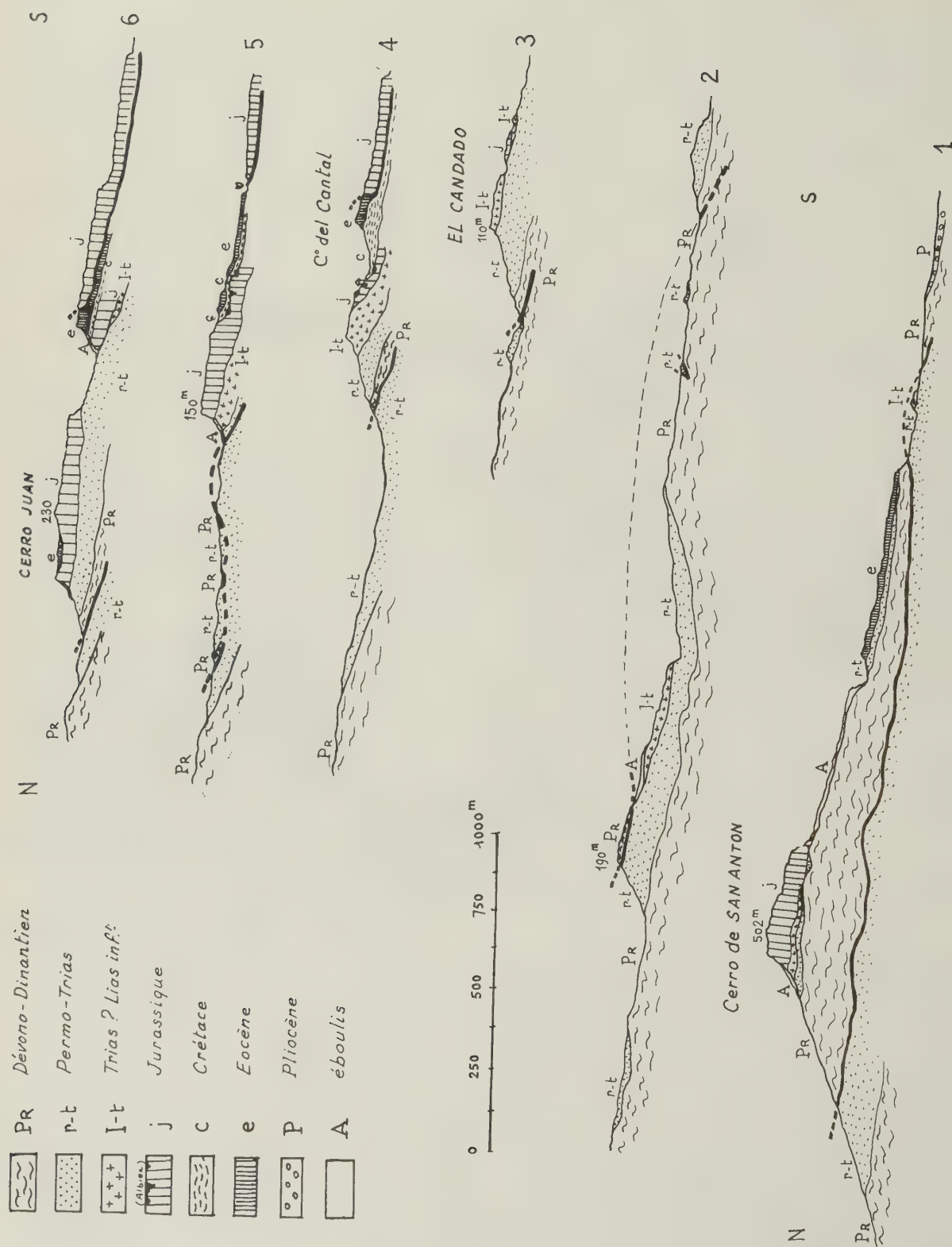


Fig. 2. — Coupes séries de la région à l'E de Malaga.

quefois impliqué. Dans le secteur compris entre les faubourgs orientaux de Malaga (La Caleta) et la Cala del Moral, dont je donne ici la cartographie (fig. 1), on peut distinguer deux écailles au moins (fig. 2 et 3).

Écaille du Cerro Juan et du Cerro de San Anton. A l'W de l'arroyo de Galica (longé près

de son embouchure par la route qui monte du Palo à Olias), au flanc oriental du Cerro de San Anton, on voit de bas en haut :

a) Le socle « autochtone », formé par la masse schisto-gréseuse du Dévono-Dinantien (?), recouvert normalement par la série rouge permotriasique ;

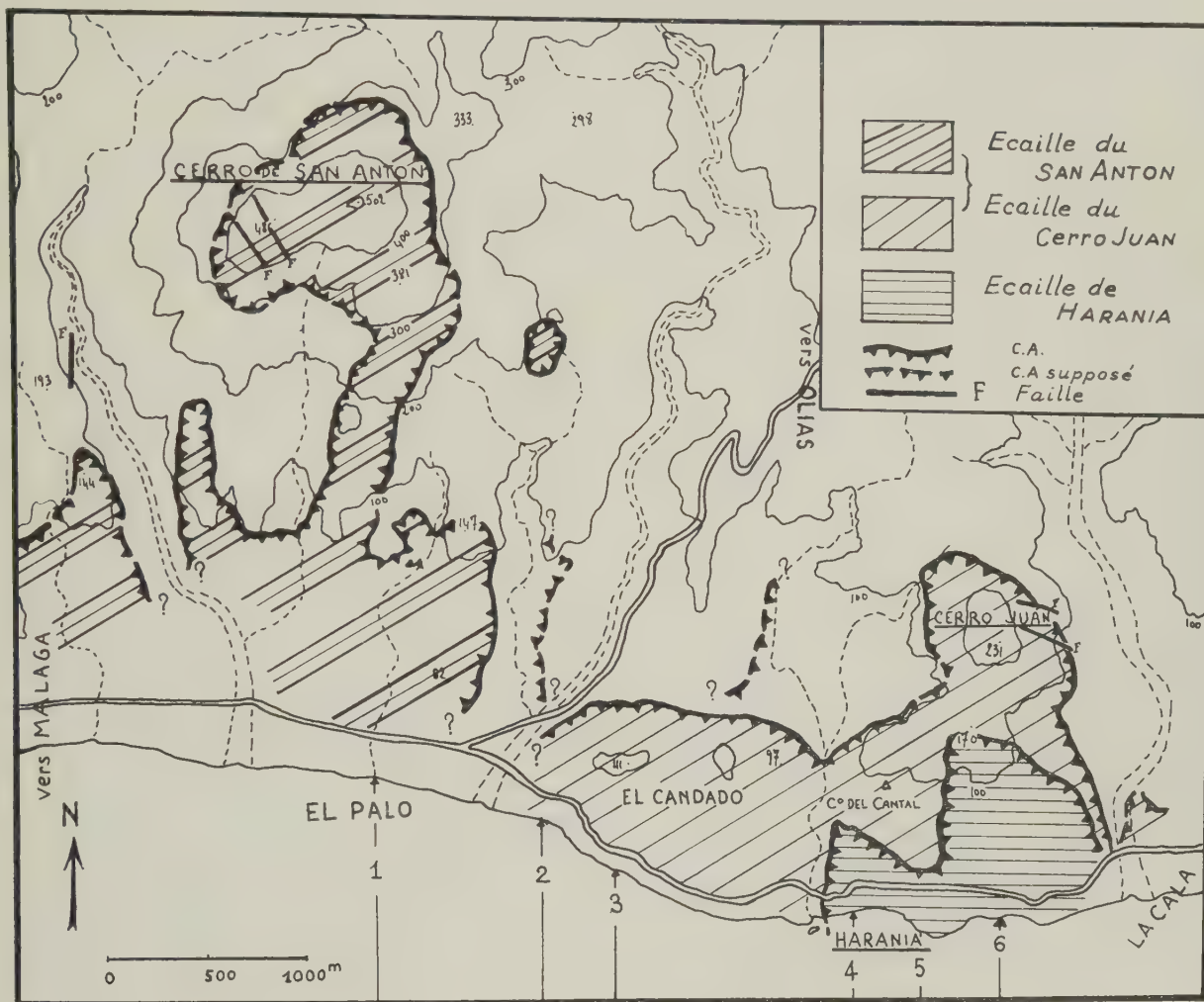


FIG. 3. — Esquisse tectonique des abords orientaux de Malaga.

b) l'écaille du San Anton, composée de bas en haut : de Dévono-Dinantien (?) à la base, de Permo-Trias, de Jurassique calcaire, couronné de Crétacé supérieur, et localement d'Éocène.

A l'Est et au Sud du sommet du San Anton, le Dévono-Dinantien (?) repose presque à l'horizontale sur le Permo-Trias de l'autochtone : on observe même un lambeau de recouvrement,

à 1 000 m environ au SE de la cote 502. Le déplacement de cette écaille est visible sur 2 500 m du Sud au Nord, mais il peut, évidemment, dépasser ce chiffre.

Vers le Sud-Ouest, il est évident que le contact anormal, base de l'écaille, se poursuit. Mais il n'est plus marqué que par le repos direct de termes variés de la série mésozoïque sur le

substratum dévono-dinantien ou permo-triasique.

Sans les observations décisives rapportées plus haut, faites à l'Est et au Sud du sommet 502, on pourrait parler ici de simples décollements entre Paléozoïque et Mésozoïque.

Vers l'Ouest, cette écaille du San Anton se prolonge et on peut la suivre jusque dans le quartier de la Caleta, en un point situé au Nord de la station sismologique. Là encore, le Dévono-Dinantien (?) de l'écaille repose sur le Permo-Trias plus septentrional.

A l'Est, au-delà de l'arroyo de Galica, une écaille homologue, celle du Cerro Juan, paraît prolonger celle du San Anton. Sa base est marquée, autour de la cote 231, par un chapelet de copeaux de Dévono-Dinantien (?) qui sépare le Permo-Trias « autochtone » du Permo-Trias de l'écaille. Le chevauchement observable dépasse 1 500 m. Plus à l'Est, le contact, base de l'écaille, se poursuit jusqu'au NW de la station de chemin de fer de Rincón de la Victoria.

En réunissant les observations faites entre Malaga et ce dernier point, l'écaille du Cerro Juan-San Anton s'étendrait sur un front d'une douzaine de kilomètres.

En avant de cet ensemble, en un certain nombre de points, de part et d'autre de la route qui conduit à Olias, de minuscules lambeaux de Permo-Trias sont coincés dans le Paléozoïque. Par suite de leurs orientations incohérentes, non conformes au cadre général, il semble difficile de les relier à l'écaille San Anton-Cerro Juan.

— *Écaille de Harania* (localité et cimenterie situées au S du Cerro Juan). Entre la Cala del Moral à l'Est, et le ruisseau qui coule à l'Ouest du village de Harania, on observe, en plusieurs points, un contact anormal qui fait reposer directement des calcaires jurassiques soit sur du Sénonien ou de l'Éocène inférieur, soit sur de l'Éocène plus élevé (à Alvéolines et Nummulites). Ce contact est particulièrement net au

front de taille de l'exploitation de calcaire, juste derrière la cimenterie, et au flanc de la petite falaise qui domine la route à 500 m à l'Ouest du village.

Fait également à noter, il existe parfois, à proximité des contacts anormaux, des lentilles de gypse (Trias) dont les relations avec les écailles ne sont pas définies. Cette seconde écaille, superposée à celle du Cerro Juan, ne s'étend ni vers l'Est, ni vers l'Ouest, et disparaît au Sud sous la mer. Aussi le déplacement visible n'excède-t-il pas 1 000 m.

CONCLUSION. — L'étude du Secondaire et du Nummulitique reposant sur le Paléozoïque de Malaga nous a révélé l'existence :

— de niveaux stratigraphiques jusqu'ici inconnus, en particulier du Domérien-Toarcien à Ammonites...

— d'accidents tectoniques notables au sujet desquels trois points restent encore à éclaircir. Le sens des poussées : d'après l'orientation générale E-W du front des écailles, on peut envisager deux solutions ; ou il s'agit d'un mouvement allant du Nord vers le Sud, ou au contraire d'une poussée dirigée vers le Nord comme pour tout le reste de l'édifice bétique. Leur intensité : en tenant compte de l'éirement observé au château de Velez Malaga, des renseignements obtenus entre Malaga et Rincón de la Victoria, nous pouvons placer ces écailles dans le cadre plus général d'un décollement de tous les niveaux stratigraphiques ; par contre, si nous nous cantonnons à la zone comprise entre le Palo et la Cala del Moral, ces accidents se réduisent à un écaillage local. Leur âge : nous avons vu, au cours de l'étude stratigraphique et tectonique, que les écailles comportaient de l'Éocène, impliqué dans les mouvements, et étaient surmontées, transgressivement, par des formations datées du Pliocène ; par conséquent, nous pouvons donner, à ces accidents, un âge postéocène et antépliocène.

Bibliographie.

- AZÉMA J., DURAND DELGA M. et PEYRE Y. (1960). — Corte del Mesozoico y del Eoceno en el Palo de Malaga (Andalucía). *Notas y Com. Inst. geol. y min. España*, n° 59, p. 23-36.
- AZÉMA J. (1960). — Sur la stratigraphie du Jurassique des environs de Malaga (Espagne). *C. R. Ac. Sc.*, t. 250, p. 2231-2233.
- BERTRAND M. et KILIAN W. (1889). — Études sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Malaga. In *Mission d'Andalousie. Mém. Ac. Sc.*, t. 30.
- BLUMENTHAL M. (1930). — Beiträge zur Geologie der betischen Cordilleren beiderseits des Rio Guadalhorce. *Ecl. geol. Helv.*, vol. 23, p. 41-293.

Étude de quelques affleurements jurassiques de la région d'Alcalá de los Gazules (prov. de Cadix, Espagne)

par Pierre CHAUVÉ*.

Sommaire. — Les affleurements jurassiques de la zone subbétique du Nord de la province de Cadix se trouvent dans des positions structurales complexes. Ils reposent presque toujours anormalement sur le Trias et sont souvent très disloqués. Toutefois, nous avons pu y découvrir une série stratigraphique continue depuis le Lias jusqu'au Crétacé.

1. SITUATION. — L'extrémité occidentale des Cordillères bétiques présente un aspect assez complexe. Les grands alignements tectoniques longitudinaux qui se suivent des Baléares jusqu'à Malaga ne se retrouvent plus dans la province de Cadix où j'ai entrepris l'étude de la région située au S du Rio Guadalquivir et limitée à l'Ouest par l'océan Atlantique, à l'Est par le méridien d'Ubrique et au Sud par les villes de Chiclana, Alcalá de los Gazules et le col du Puerto de Galiz. Si tout le monde s'accorde à placer cette région dans le Subbétique, les rares études qui y ont été effectuées ne donnent pas d'idées précises sur sa tectonique.

La carte au 200 000^e, que J. Gavala a publiée en 1924, montre bien la complexité de cet ensemble de terrains dont les termes les plus anciens sont triasiques. Dans la région étudiée, à l'W d'Alcalá de los Gazules et jusqu'à l'océan Atlantique, ce Trias marno-gypsifère occupe une étendue très vaste. Les observations que nous avons faites en 1959 montrent que, selon les points, ce Trias repose sur les terrains secondaires et tertiaires les plus variés ou qu'il est surmonté par eux. Ceci laisse supposer une tectonique complexe qui permet d'évoquer, dès à présent, les empilements d'unités décrites dans les régions prérifaines du Maroc ou les régions telliennes d'Algérie.

A l'E et au S d'Alcalá de los Gazules, on se trouve dans un domaine très différent. La série des grès de l'Aljibe est formée de puissants bancs de grès grossiers alternant avec des niveaux argileux. Ces grès, rabotés à leur base, constituent la nappe la plus élevée dans les complexes d'unités de glissement à faciès flysch mises en évidence par J. Didon dans le Campo

de Gibraltar. Cette nappe de l'Aljibe arrive au NW d'Alcalá de los Gazules en superposition directe sur les domaines subbétiques plus externes qui sont l'objet de notre étude. La série des grès de l'Aljibe repose, par l'intermédiaire d'une lame de Trias, sur le Secondaire et le Nummulitique de la zone subbétique. Je décrirai avec J. Didon les aspects de cette zone de contact entre le domaine subbétique et la nappe de l'Aljibe, qui, comme J. Didon l'admet lui aussi, équivaut probablement à la grande nappe numidienne mise en évidence en Afrique du Nord depuis la Tunisie jusqu'à Tanger.

Au Nord-Ouest, en avant du front de la nappe de l'Aljibe, le Jurassique apparaît d'une manière discontinue dans la zone subbétique : à l'Est, ce sont des massifs importants ; à l'Ouest, il n'y a que de petits pointements dispersés sans ordre. Leur position structurale est rarement simple, les affleurements sont souvent disloqués.

La carte schématique ci-jointe (fig. 1) permettra de placer les différents affleurements jurassiques étudiés ci-après par rapport aux repères géographiques et géologiques.

2. LE JURASSIQUE DE LA SIERRA DE LAS CABRAS (AU NE D'ALCALA DE LOS GAZULES). — La Sierra de Las Cabras se présente en plan sous la forme d'un croissant dont la partie convexe est dirigée vers le Nord-Est. Remarquons dès à présent que ce chaînon, malgré sa forme arquée en plan, a généralement une disposition anticlinale assez régulière. Cette allure apparaît clairement dans une gorge profonde (la Boca de la Foz) située à la partie moyenne du chaînon.

*. Note présentée à la séance du 28 mars 1960.

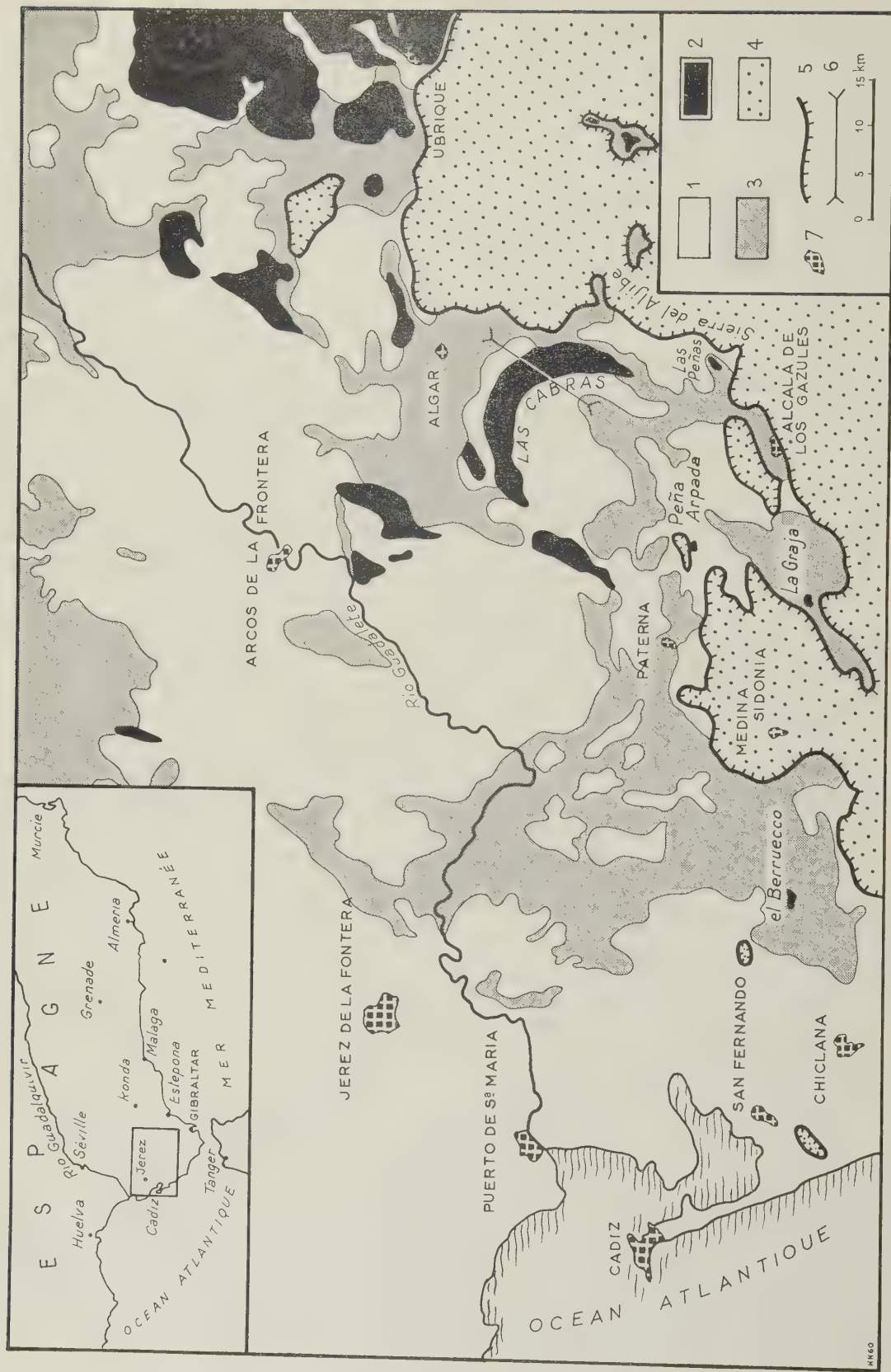


FIG. 1. — Schéma géologique de la partie nord de la province de Cadix (sauf pour la partie comprise entre Medina Sidonia, Alcala de los Gazules et Algar, contours d'après la carte au 200 000^e de J. Gavala).

- 1 : Subbétique (Crétacé et Tertiaire); 2 : Subbétique (Jurassique); 3 : Subbétique (Trias); 4 : grès oligocènes de l'Aljibe; 5 : front de la nappe de l'Aljibe; 6 : trace de la coupe de la fig. 2; 7 : agglomérations.

De part et d'autre de l'axe anticlinal, les couches sont fortement redressées. A mesure que l'on s'en éloigne, le pendage devient de plus en plus faible. La partie méridionale de l'arc est tronquée et l'on n'observe plus que le flanc ouest de l'anticlinal. Celui-ci est limité à l'Est par une épaisse brèche tectonique, en contact avec le Trias, qui s'enfonce sous le Jurassique avec un fort pendage. Plus au Nord, à la partie externe de l'arc, le flanc est de l'anticlinal réapparaît et montre des couches de plus en plus récentes,

comprenant du Crétacé, reposant sur le Trias par un contact anormal peu incliné.

Il en est de même à la partie interne de l'arc, formée principalement de Crétacé et d'Éocène. On voit ces terrains, rabotés à leur base, reposer au niveau du Pilar de la Luna sur les couches marno-gypsifères du Trias.

En résumé, l'ensemble des assises jurassiques, crétacées et éocènes de l'anticlinal de Las Cabras repose sur le Trias par un contact anormal en moyenne subhorizontal.

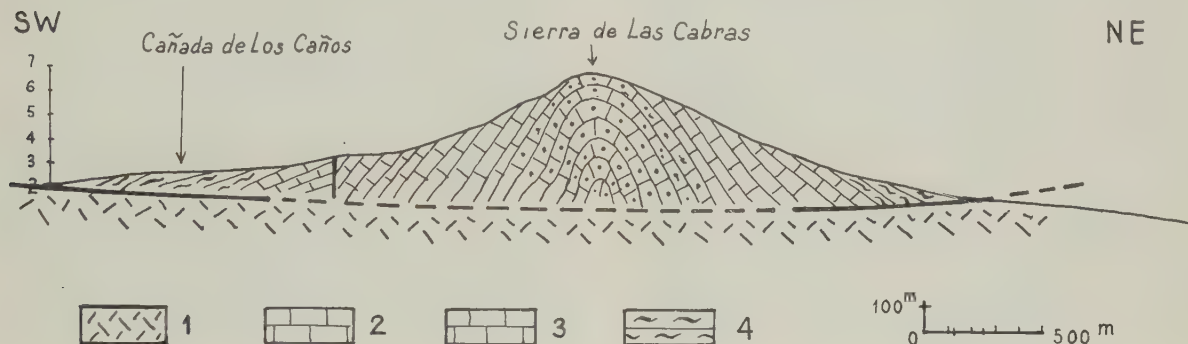


FIG. 2. — Coupe schématique dans la partie centrale de l'arc de Las Cabras.

1 : Trias ; 2 : Lias ; 3 : Jurassique moyen et supérieur ; 4 : Crétacé.

Le long de la cluse de la Boca de la Foz, on peut observer les couches jurassiques depuis les plus anciennes situées sur l'axe anticlinal, jusqu'aux plus récentes, au contact du Crétacé dans la partie interne de l'arc.

La coupe lithologique nous a permis de distinguer trois grands ensembles : l'inférieur est attribuable au Lias, et le plus élevé au Tithonique.

a) *Le Lias*. Sa base est formée principalement par des calcaires dolomitiques en bancs puissants, alternant avec quelques bancs calcaires moins épais et souvent recristallisés ; à mesure que l'on monte dans la série, les couches deviennent de plus en plus calcaires, mais le plus souvent finement recristallisées. Les dernières couches sont formées de calcaires à débris et de calcaires oolithiques. Dans l'ensemble, et surtout dans la partie inférieure, la teinte générale est relativement foncée. Certains niveaux présentent en lames minces des caractères intéressants que nous allons examiner ¹. (Le numéro des plaques est reporté sur la fig. 4.)

245 : Calcaire finement cristallin, débris de tests de Lamellibranches du groupe des *Pernidae*, sections de *Pseudocyclamina*.

248 : Calcaire à débris roulés et ciment de calcite cris-

talline, quelques grains de quartz anguleux, rares spicules d'Éponges, rares plaques d'Échinodermes, quelques *Glomospira*.

249 : Calcaire à grain fin traversé par de nombreux filonnets de calcite, débris de tests de Lamellibranches du groupe des *Pernidae*, débris de Bryozoaires, *Spirocyclus*, *Textulariidae*, *Lagenidae*. Sur le terrain, ce banc s'est montré riche en grands Lamellibranches présentant des sections comparables aux *Opisoma* caractéristiques du Lias moyen.

250 : Calcaire à grain fin, Miliolidés, quelques *Lagenidae*, rares *Spirocyclus*, quelques *Textularidae*.

251 : Calcaire à grain fin avec paillettes de mica et grains de quartz détritiques, nombreux petits « filaments », Radiolaires, *Globochaete* sp.

252 : Calcaire oolithique et pseudo-oolithique à ciment cristallin, nombreux débris de *Pernidae*?, section transversale de *Pentacrine*.

253 : Calcaire oolithique avec quelques grains de quartz détritiques, sections de radioles d'Oursins, débris de *Pernidae*?, Ophiure (pièce brachiale double), Lenticulines.

b) *Le Jurassique* (entre le Lias et le Tithonique). Dans la partie moyenne de la coupe,

1. L'étude de ces plaques minces a été menée avec l'aide de M. Durand Delga. M. P. Marie a bien voulu regarder quelques plaques renfermant des *Coskinolinopsis* et des *Valvulinidae* et M. W. Maync a étudié la plaque 245 renfermant des Pseudocyclamines. Je les en remercie vivement.

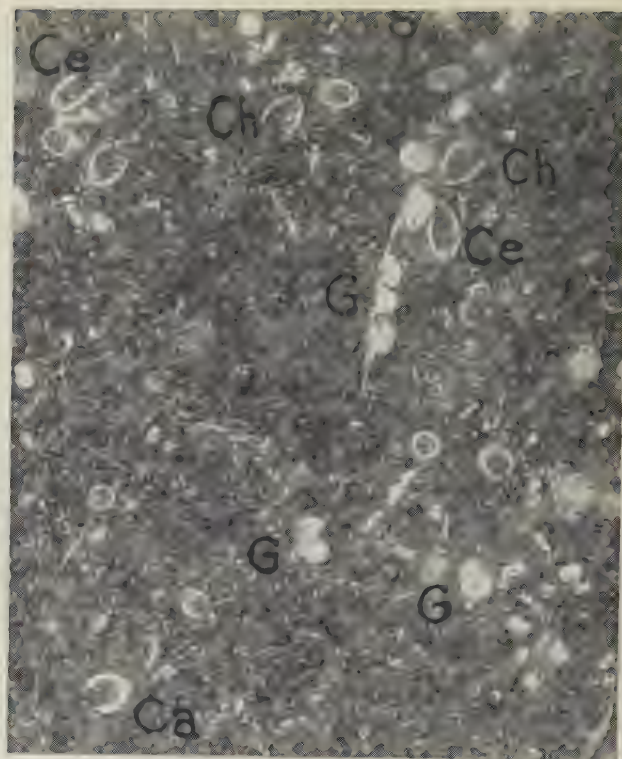


FIG. 3.

A : Calcaire à *Saccocomidae* (Sa), section de *Lamellibranches* (L) et *Globochaete* (G), pl. 267, $\times 45$. — B : Calcaire à *Calpionella alpina* (Ca), *C. elliptica* (Ce), *Stomiosphaera* (S) et *Globochaete alpina* (G), parfois sur leurs soles, pl. 275, $\times 90$. — C : Calcaire à *Coskinolinopsis*, pl. 57 c, $\times 25$. — D : Calcaire à *Encrines*, débris de Mollusques et Gastéropodes, pl. 289 a, $\times 30$.

les calcaires se chargent de plus en plus en argile et en même temps la teinte des échantillons devient plus claire ; des bancs de calcaires noduleux apparaissent vers le sommet.

Les lames minces taillées dans ces niveaux

montrent une grande abondance de « filaments » et de certains microorganismes tels les *Globochaete* et les Fibrosphères (*Stomiosphaera*). Les microorganismes fournis par les plaques taillées dans ce niveau sont donnés dans le tabl. 1.

N° DE LA PLAQUE	NATURE	<i>Globochaete</i> sp.	<i>Globochaete alpina</i>	<i>Saccocomidae</i>	<i>Stomiosphaera minutissima</i>	<i>Stomiosphaera</i> sp.	Radiolaires	Ostracodes	Spicules d'Éponges	« Filaments »	Globigérines	<i>Aptychus</i>	Calpionelles
259		+											
260		+								+			
261	Calc. argileux.....	+								+			
262	Calc. argileux.....	+								+			
263			+							+			
264	Calc. argileux.....		+			+	+	+					
265	Calc. argileux.....		+	+		+	+	+					
266	Calc. noduleux.....		+	+			+						
267				+			+				+		
268	Calc. argileux.....												+
269	Calc. noduleux.....	+		+			+	+		+			
270 a	Calc. à grain fin.....	+		+	+	+	+	+					
270 b	Calc. à grain fin.....			+	+	+	+		+				
271	Calc. argileux.....			+								+	
272	Calc. à grain fin.....	+		+	+		+						

TABLEAU 1. — Microorganismes du Jurassique (entre Lias et Tithonique) de la Sierra de las Cabras.

L'échantillon 268 est riche en Calpionelles (*Calpionella alpina*, *C. intermedia*, rares *Tintinnopsella*). Cette association semble se placer à l'extrême base du Berriasien. Il vient buter contre des couches jurassiques plus anciennes par l'intermédiaire d'une faille verticale. La série située plus à l'W de cette faille, se poursuit alors sans discontinuité jusqu'au Crétacé. Parmi les couches inférieures au Tithonique situées à l'W de la faille, les niveaux 269 à 272 sont attribuables au Malm supérieur (antérieur au Tithonique moyen).

c) *Le Tithonique-Berriasien*. Il est formé principalement par des calcaires argileux ou à grain fin de couleur claire. Il s'est avéré très riche en Calpionelles.

— Les niveaux inférieurs (pl. 273) possèdent une association typique du Tithonique moyen ou supérieur : *Calpionella alpina*, *C. intermedia*, *Saccocomidae*, *Globochaete alpina* en chapelet, débris d'*Aptychus*.

Ce Tithonique à Calpionelles n'a que quelques mètres d'épaisseur, ce qui explique qu'en deçà de la faille envisagée plus haut, ces horizons n'aient pu être caractérisés.

— Au-dessus des couches tithoniques à Calpionelles, la série se poursuit sous un faciès identique et permet de distinguer du Berriasien avec les formes suivantes (pl. 274) : *Calpionella alpina*, *C. intermedia*, *Tintinnopsella carpathica*, *Globochaete* sp., *Stomiosphaera minutissima*, *Stenosemellopsis hispanica*, Ostracodes, Radiolaires.

— Dans la partie sud-est de l'anticlinal de las Cabras et toujours sur le flanc occidental, nous avons relevé une coupe analogue qui a montré de bas en haut : un Lias dolomitique, des calcaires à filaments (Lias supérieur, Dogger), des calcaires à Radiolaires et *Globochaete*, des calcaires argileux à grands *Globochaete* et grand *Saccocomidae* et des débris d'*Aptychus* (couches inférieures au Tithonique).

— L'extrémité méridionale, qui est fortement tectonisée, nous a donné des calcaires à grain fin attribuables sans doute au Lias avec les organismes suivants (pl. 57) : *Coskinolinopsis*, *Thaumatoporella*?, Stromatopores, débris de *Pernidae*?, Ostracodes.

On a ainsi une série de couches qui se suivent régulièrement sur le flanc ouest de la chaîne du Sud vers le Nord, ce qui confirme l'allure régulière de cet anticlinal.

3. LE JURASSIQUE DE LA PEÑA ARPADA. — La Peña Arpada se trouve au NW d'Alcalá de los Gazules. C'est un petit piton jurassique de dimension réduite, qui a une position tecto-

nique bien particulière. Au Sud-Ouest, il repose sur des marno-calcaires blancs à *Aptychus* du Crétacé inférieur; au Nord-Ouest, il surmonte des ophites du Trias. A l'Est, il se trouve lui-même au-dessus du Trias marno-gypsifère, qui,

d'ailleurs, passe sous les ophites et le Crétacé.

Le Jurassique de la Peña Arpada est formé principalement de calcaire blanc oolithique ou à grain fin. Il a fourni une microfaune qui permet de le rattacher au Lias inférieur-moyen :

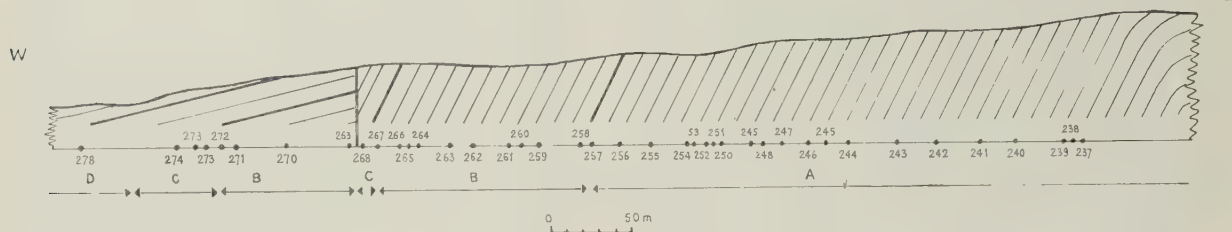


FIG. 4. — Coupe de la série de Las Cabras passant par la Boca de la Foz et indiquant la position des échantillons étudiés dans le texte. Les lettres A, B, C, D, correspondent aux grands ensembles lithologiques. A : Lias ; B : Jurassique (entre Lias et Tithonique) ; C : Tithonique ; D : Crétacé.

Globochaete sp., Ostracodes, Radiolaires, *Thaumatoporella*?, *Textularisdae*.

4. LE JURASSIQUE DE LAS PEÑAS. — C'est un affleurement à allure tabulaire de quelques centaines de mètres de long, et large d'une centaine de mètres. Il repose sur le Trias et il est situé au pied de la nappe de l'Aljibe au NE d'Alcalá de los Gazules.

Nous n'avons pu mettre en évidence qu'un niveau appartenant au Tithonique avec : *Calpionella alpina* de grande taille, *C. elliptica* passant à *C. massutiniana*, *C. intermedia* très fréquentes, *Globochaete alpina*, Radiolaires, *Sto-*

miosphaera minutissima, débris d'*Aptychus*, débris de Mollusques dont des sections d'*Ammonites*, débris de Crinoïdes ; mais il existe des niveaux inférieurs.

4. LE JURASSIQUE DE LA GRAJA. — Cet affleurement se trouve au SW d'Alcalá de los Gazules. Il repose lui aussi avec rabotage basal sur le Trias. Dans l'ensemble, les bancs sont formés de calcaires très blancs. Sa série comprend les termes allant du Lias au Jurassique supérieur et dans l'ordre stratigraphique normal ; les microorganismes déterminés sont donnés dans le tabl. 2.

		<i>Valvulinidae</i>	<i>Textulariidae</i>	Lenticulines	Ptéro-podes	Ostracodes	Arenacés	Bryozoaires	Robulidés	Spicules d'Éponges	Gastéropodes	Articles d'Encrines	Radiolaires d'Oursins et plaques	Algues type Dasycladacées	Algues type <i>Thaumatoporella</i>	Nérinelles	Stromatopores ?	Trocholines	Lagénidés
236 a	Calc. argileux					+						+	+						
236 c	Calc. pseudo-oolithique											+		+					
236 d	Calc. graveleux.		+	+			+												
236 e	Calc. argileux	+	+		+														
236 f	Calc. pseudo-oolithique						+				+								
236 g	Calc. graveleux.														+				
236 h	Calc. pseudo-oolithique						+						+		+				
236 i	Calc. graveleux			+		+	+	+					+						
236 j	Calc. à spicules siliceux									+			+						+
236 k	Calc. à débris.		+	+		+			+	+			+						

TABEAU 2. — Microorganismes du Jurassique du Peñon de la Graja.

CONCLUSION. — La série jurassique du Subbétique du Nord de la province de Cadix se trouve toujours dans des positions tectoniques complexes. Ses assises jurassiques rabotées à leur base reposent plus ou moins obliquement sur le Trias marno-gypsifère. Les dolomies de la base sont attribuables au Lias inférieur. Les couches à *Coskinolinopsis*, *Thaumatoporella*?, *Pseudocyclammia* ont un faciès qui se rapproche étroitement de celui du Lias moyen défini par Y. Peyre dans la région d'Antequera. Les calcaires à « filaments » ont un faciès se rapprochant du Lias supérieur-Dogger (*Valvulinidae*, *Lagenidae*). Plus haut, les calcaires sans « filaments » mais à Radiolaires, *Globochaete* et rares petits *Saccocomidae*, sont attribuables

au Malm inférieur et moyen. Les calcaires abondant en grands *Saccocomidae* et à très nombreux *Globochaete* rappellent, selon M. Durand Delga, des niveaux du Malm supérieur sous les couches à Calpionelles, qui elles, sont typiquement du Tithonique moyen et supérieur et passent insensiblement au Berriasien.

L'ensemble du Jurassique n'excède pas 500 m d'épaisseur ; ses faciès s'apparentent à ceux du reste de la zone subbétique. En l'absence de macrofaunes notables, la microfaune nous a permis des assimilations qui paraissent indiquer dans le Nord de la province de Cadix une continuité dans la sédimentation depuis le Lias inférieur jusqu'au Néocomien sous des faciès constamment calcaires.

Bibliographie.

- BLUMENTHAL M. (1933). — Sur les relations tectoniques entre les zones bétiques, pénibétiques et subbétiques du Sud-Ouest de l'Andalousie. *C. R. Ac. Sc.*, t. 197, p. 1138.
- (1937). — Sur l'interprétation tectonique du « Double pli gaditan ». *B. S. G. F.*, (5), VII, p. 9-25, 5 fig.
- CAIRE A. et MATTAUER M. (1953). — Note préliminaire sur la nappe de glissement medjanienne du Tell algérien méridional. *C. R. Ac. Sc.*, t. 237, p. 656-657.
- DIDON J. (1960). — Le Flysch gaditan au Nord et au Nord-Est d'Algésiras (prov. de Cadix, Espagne). *B. S. G. F.*, (7), II, p. 352-361, 3 fig.
- DURAND DELGA M. et MATTAUER M. (1959). — Existence dans le Rif (Maroc) d'une nappe supérieure à matériel numidien (nappe du J. Sougna). *C. R. somm. S. G. F.*, p. 225.
- FALLOT P. (1932). — Essai sur la répartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des Alpides espagnoles : le Lias, le Dogger, le Jurassique supérieur. *Géologie Méditerranée occidentale*, Barcelone, vol. IV, part. II, n° 1, p. 31-115.
- (1948). — Les Cordillères bétiques. *Est. geol.*, n° 8, p. 83-172, 12 fig., 3 pl.
- GAYALA Y LABORDE J. (1916). — Regiones petrolíferas de Andalucía. *B. I. G. E.*, t. 37, 12, 2^e sér., p. 33-208, 10 pl., 3 cartes.
- (1924). — Mapa geológico de la Provincia de Cadiz. Madrid, Inst. geol. y min. España.
- MALLADA L. (1902). — Explicación del Mapa geológico de España. *Mem. Com. geol. España*, t. III.
- ROBAUX A. (1935). — Sur la présence du Crétacé supérieur à la base de la série du Flysch du Sud de la Province de Cadix. *C. R. Ac. Sc.*, t. 200, p. 478-480.

Le Flysch gaditan au Nord et au Nord-Est d'Algésiras (prov. de Cadix, Espagne)

par Jean DIDON*.

Sommaire. — Au cours de levés effectués en 1958-1959 dans le Campo de Gibraltar (Andalousie), plusieurs unités allochtones ont été mises en évidence au N et au NE d'Algésiras. A la base, on rencontre un flysch gréseux de l'Oligocène supérieur-Miocène (Flysch d'Estepona) lié au Paléozoïque bétique et au Mésozoïque pénibétique. Plus haut viennent : l'unité d'Algésiras formée d'un flysch grés-micacé débutant à l'Éocène supérieur et englobant la plus grande partie de l'Oligocène, puis l'unité de Camarote dont le matériel marno-gréseux appartient au Tithonique et au Crétacé inférieur. Les unités plus élevées sont formées à l'Ouest par un puissant complexe gréseux oligocène (Grès de l'Aljibe), et à l'Est, près d'Estepona, par une série principalement calcaire allant du Crétacé supérieur à l'Oligocène moyen (unité d'Argüelles). La plupart de ces unités allochtones paraissent d'origine lointaine, « ultrabétique ».

INTRODUCTION. — L'extrémité occidentale des Cordillères bétiques est caractérisée par la large extension de séries sédimentaires à caractères de « Flysch ». C'est la zone du « Flysch gaditan » ou « Flysch du Campo de Gibraltar », zone qui s'étend largement au Nord de cette localité, dans la province de Cadix.

Les premières études détaillées sont dues aux auteurs espagnols E. Dupuy de Lôme et surtout J. Gavala qui en ont décrit les différents éléments lithologiques, en particulier le terme supérieur, l'« Arenisca del Aljibe » (les Grès de l'Aljibe). J. Gavala distingue un flysch éocène formé d'argiles, de grès, de marnes et de calcaires, surmonté par un flysch oligocène gréseux, l'« Arenisca del Aljibe ». Mais l'Éocène calcaire et marneux de la zone subbétique située plus au Nord est confondu avec le flysch du même âge. Remarquant que le flysch éocène repose indistinctement sur le Trias marnogypsifère ou sur les marno-calcaires crétacés, il conclut à sa transgressivité. De même les Grès de l'Aljibe seraient transgressifs et discordants sur le même Trias et sur l'Éocène. Assez confuse, la tectonique de cet ensemble se résoudrait en une série de plis courbes, à convexité le plus généralement tournée vers l'Est.

Les travaux de J. Gavala se concrétisent dans une carte géologique de la province de Cadix ; cette carte remarquable montre, à la simple lecture des pendages qu'elle indique, le rabotage basal presque général des Grès de l'Aljibe

sur leur soubassement marneux, conclusion que n'avait d'ailleurs pas tirée J. Gavala.

En 1918, L. Gentil présente l'existence de nappes de grand style dans les régions subbétiques auxquelles il rattache le Campo de Gibraltar. Il remarque en particulier des renversements de séries (près d'Algésiras) et la position souvent anormale du Trias par rapport à l'Éocène. Mais, comme J. Gavala, il confond le Nummulitique subbétique et le « Flysch gaditan » en incluant les deux séries dans une même nappe inférieure.

En 1935, A. Robaux [1935 a] étend l'âge du « Flysch » : découvrant dans la région d'Estepona des couches appartenant au Crétacé supérieur (Sénonien *l. s.*), il donne [1935 c] à cet étage une large extension, en y plaçant toutes les séries sédimentaires situées géométriquement sous des conglomérats à grandes Nummulites qui marqueraient ainsi la transgression éocène.

Malgré plusieurs travaux, dont certains très importants, M. Blumenthal n'apporte guère d'éléments nouveaux sur le « Flysch gaditan » ; il reprend l'essentiel des conclusions de ses prédécesseurs : transgressivité du « Flysch » sur la nappe de Malaga et sur le Jurassique ou le Crétacé inférieur du Pénibétique, alors que latéralement le « Flysch » repose en continuité sur les marnes sénoniennes subbétiques ; « Flysch » es-

* Note présentée à la séance du 28 mars 1960.

sentiellement nummulitique, mais pouvant admettre, à la suite de A. Robaux, du Crétacé supérieur dont il minimise l'importance. Par contre il ne voit pas de discordance entre le « Flysch » éocène et les Grès de l'Aljibe, mais une disharmonie d'origine tectonique. Du reste, pour cet auteur, le faciès « Grès de l'Aljibe » n'est pas spécifique de l'Oligocène, mais se rencontre dans d'autres termes plus inférieurs du « Flysch ».

Ayant repris l'étude du « Flysch gaditan » en collaboration avec M. Durand Delga en 1958, nous en avons décrit par ailleurs [Didon et Durand Delga, 1959] de nouveaux éléments stratigraphiques. A la suite de nos recherches effectuées au cours de l'été 1959, nous proposerons dans ce travail un schéma tectonique basé sur une étude stratigraphique des différentes séries observables. Nous nous inspirerons largement du schéma proposé récemment par M. Durand Delga et M. Mattauer [1959 a, b, c] dans le Rif septentrional, schéma qui paraît devoir s'appliquer dans ses grandes lignes dans nos régions andalouses.

Notre effort a porté sur les régions situées à l'Est des Rios Guadiaro et Genal, principalement sur la région d'Estepona. Plus à l'Ouest, nous avons entrepris également l'étude de la région du Cerro Gordo, tandis que plusieurs tournées rapides nous ont conduit à Algésiras et en bordure des massifs gréseux plus occidentaux.

1. LE SUBSTRATUM DU « FLYSCH ». — Depuis Estepona jusqu'à Casares, puis au-delà vers Gaucin, le « Flysch gaditan » s'appuie sur ou contre le Bétique de Malaga. Le Paléozoïque de cette unité comporte, au-dessus de gneiss, une série schisteuse et quartzitique épimétamorphique (environs de Casares), ordovicienne pour M. Blumenthal, puis la série schisto-gréseuse banale de Malaga, avec les « calizas alabeadas » (calcaires ondulés). Dans nos régions affleurent principalement des schistes noirâtres tandis que les faciès calcaires et schisto-gréseux (cf. Culm) sont plus rares. Cet ensemble surmonte l'important massif de péridotites de la Sierra Bermeja dont l'âge n'est pas encore précisé. Le Permo-Trias est représenté par quelques affleurements restreints de grès et de pouddingues rouges ou violacés.

Au Bétique, il faut rattacher le « Pénibétique interne » de M. Blumenthal, représenté par l'importante série calcaire et dolomitique de la Sierra Crestellina. Cet auteur [Blumenthal, 1933] l'interprète comme étant le Jurassique

décollé de l'ancienne couverture sédimentaire de la nappe de Malaga. On peut y reconnaître des calcaires à silex, des calcaires oolithiques ; mais le tout est le plus souvent transformé par une intense dolomitisation secondaire. Nulle part le Permo-Trias n'affleure à la base.

Bien que fort peu étendu, le petit massif de la Torre de la Sal (7 km au SW d'Estepona) est une réapparition, à la faveur d'un bombement anticlinal, du Paléozoïque du Bétique de Malaga, apparaissant sous le « Flysch ». La série paléozoïque montre, intensément plissés, des schistes et des grès (Culm). Au-dessus, le Mésozoïque, décollé et raboté à la base, présente de nombreuses disharmonies internes. Il se compose de grès et pélites rouges du Permo-Trias, de calcaires et dolomies du Jurassique, et de marno-calcaires feuilletés du Néocomien.

Au N de Manilva, l'anticlinal de Los Canutos nous montre une série jurassique et crétacée à faciès subbétique (l. s.) apparaissant sous le « Flysch ». Les calcaires noduleux du Malm (Argovien rouge à *Euspidoceras douvillei* COLLOT et *Perisphinctes orientalis* SIEM.¹, vers la base ; Tithonique supérieur blanc à *Berriasella chaperi* PICTET, *B. jacobii* MAZ., *B. subcallisto* TUCAS, etc. au sommet) supportent le Crétacé moyen et supérieur formé de marno-calcaires blancs à silex, puis de marnes schisteuses rouges. Ce dernier faciès semble monter dans le Paléocène.

Plus au Nord, sous le « Flysch », les marnes schisteuses rouges du Crétacé supérieur et du Paléocène affleurent largement dans la Sierra Espartina, au SW de Gaucin.

Beaucoup plus au Sud-Ouest, nous retrouvons le Subbétique dans le rocher de Gibraltar et dans le court chaînon de Los Pastores (Algésiras). A Los Pastores, la série va du Trias au Crétacé supérieur, mais elle est extrêmement plissée et écrasée. Le Trias comporte à l'Ouest des grès psammitiques à débris végétaux [Schmidt, 1929, 1930], des pélites rouges, des dolomies jaunâtres et des cargneules. Les grès et les pélites furent considérés, à tort, comme tertiaires par P. Fallot [1931]. Au Lias et Dogger appartiennent des dolomies, puis des calcaires oolithiques ou pseudobréchiques à Algues, intensément exploités dans la grande carrière de Los Pastores. Le Malm est représenté par des calcaires noduleux rouges à Ammonites mal conservées (*Phylloceras* gr. *mediterraneum* NEUM.). A leur suite viennent des calcaires feuilletés

1. Détermination de M. Collignon.

blancs à *Aptychus* du Néocomien, puis des calcaires schisteux du Crétacé supérieur.

De cet examen rapide, retenons que le substratum de la zone du « Flysch » paraît être constitué généralement par des séries du Mézo-

zoïque du Subbétique dont la structure tectonique reste pour l'instant inconnue. De plus, autour d'Estepona et à la Torre de la Sal, le « Flysch » repose sur le Paléozoïque du Bétique de Malaga et sur sa couverture mésozoïque décollée.

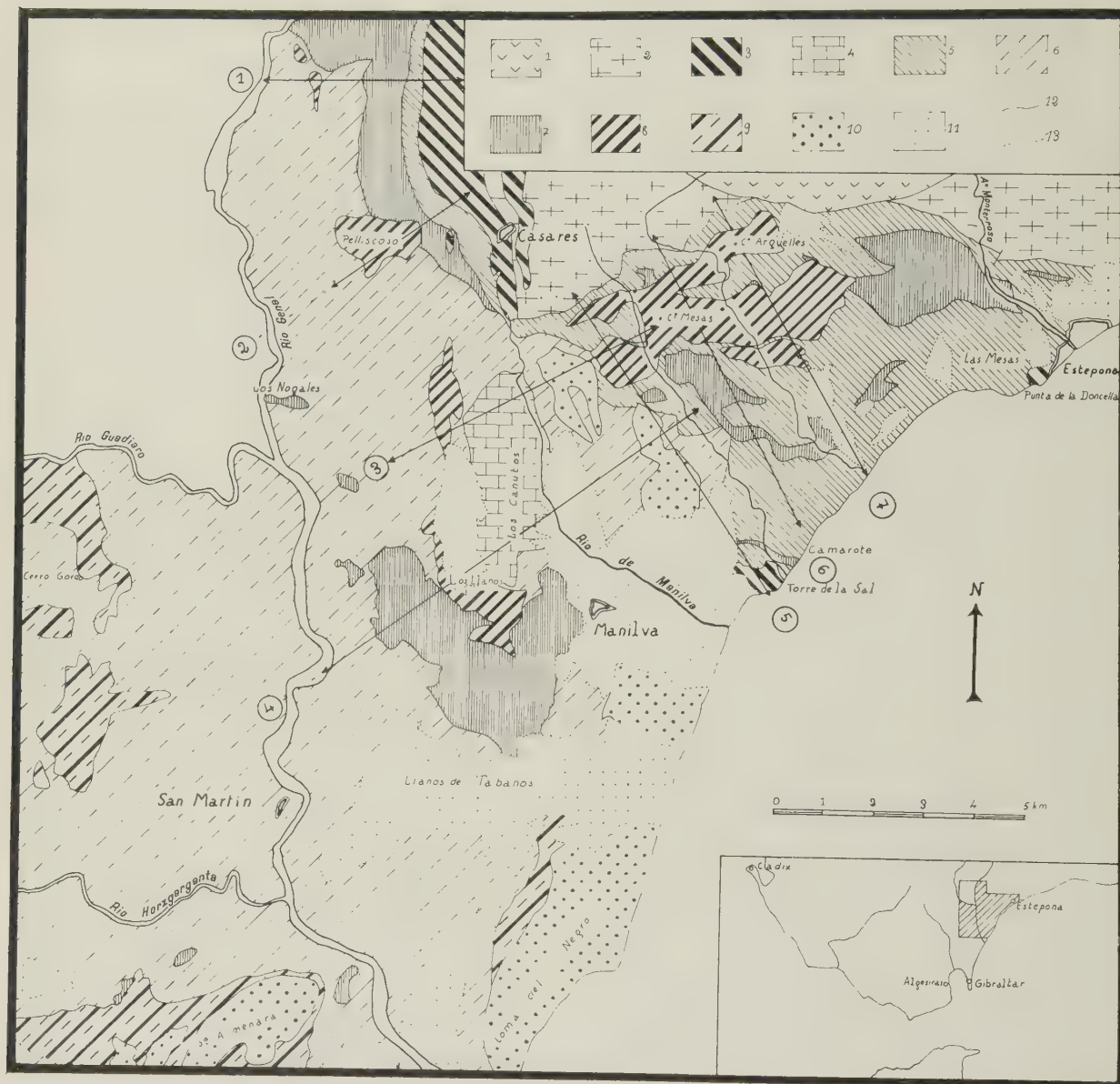


FIG. 1. — Schéma structural du Flysch gaditan des environs d'Estepona.

- 1 : péridotites ; 2 : Paléozoïque bétique de Malaga ; 3 : Pénibétique interne (dans le sens de M. Blumenthal) = Mésozoïque de la couverture sédimentaire décollée du Bétique de Malaga ; 4 : Mésozoïque subbétique (Pénibétique externe de M. Blumenthal) ; 5 : Flysch gréseux oligocène supérieur-miocène inférieur d'Estepona ; 6 : unité d'Algésiras, essentiellement flysch grésomiacé de l'Oligocène ; 7 : unité de Camarote, marnes et flysch gréseux du Tithonique-Crétacé inférieur ; 8 : unité du Cortijo de Argüelles, série marno-calcaire allant du Sémonien à l'Oligocène ; 9 : lambeaux sémono-éocènes jalonnant la base de l'unité de l'Aljibe ; 10 : unité de l'Aljibe ; 11 : Pliocène ; 12 : contours géologiques normaux ; 13 : limite tectonique des diverses unités.

2. LE FLYSCH GRÉSEUX D'ESTEPONA. — Dans les confins orientaux de notre région (environs d'Estepona et en bordure de la Sierra Crestellina), le « Flysch » débute à la base par une première unité dont le matériel est un vrai flysch marno-gréseux qui donne lieu à une morphologie de petites collines couvertes de cultures. L'étude détaillée, comme pour les unités sui-

vantes, en est rendue difficile par suite de l'intense trituration tectonique qui y règne. Cependant des observations plus précises peuvent y être faites localement.

Au NW du Cortijo de Argüelles, sur le Bétique de Malaga (schistes gris-noir du Paléozoïque et poudingues rouges du Permo-Trias), on peut observer des marnes sableuses et des

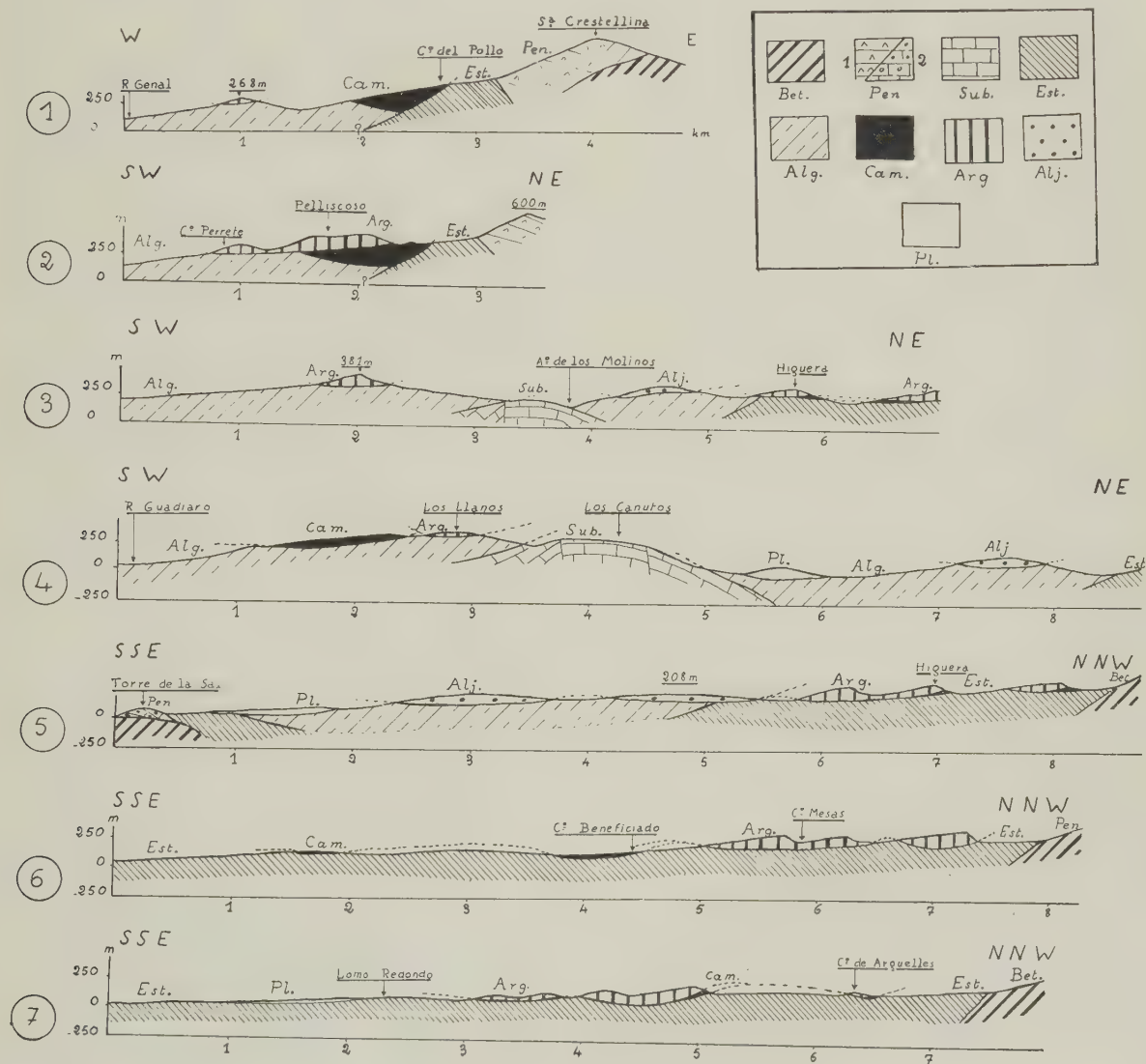


FIG. 2. — Coupes structurales dans le Flysch gaditan des environs d'Estepona.

Bet. : Bétique de Malaga, Paléozoïque et péridotites de cette unité ; Pen. : Pénibétique interne dans le sens de M. Blumenthal (= Mésozoïque de la couverture sédimentaire décollée du Bétique de Malaga. 1 : dolomies de la Sierra Crestellina ; 2 : calcaires blancs de la Torre de la Sal) ; Sub. : Subbétique (Pénibétique externe de M. Blumenthal) ; Est. : Flysch gréseux oligocène supérieur-miocène inférieur d'Estepona ; Alg. : unité d'Algésiras ; Cam. : unité de Camarote ; Arg. : unité du Cortijo de Argüelles ; Alj. : unité de l'Aljibe ; Pl. : Pliocène.

Les numéros des coupes se reportent à ceux de la fig. 1.

grès calcaireux renfermant des poudingues qui remanient les éléments du Permo-Trias et des calcaires du Jurassique, auxquels sont associés des calcaires à Polypiers (*Pocillopora* sp. et *Porites* sp.²) et à *Miogypsinoides complanata* SCHLUMB.³ Au-dessus débute le Flysch gréseux d'Estepona que nous allons examiner.

Cette série, apparemment transgressive sur le Bétique, est d'âge oligocène supérieur [Didon et autres, 1960]. Mais elle reste localisée aux environs du C^o de Argüelles où elle est visible sur une distance de 3 000 m. Partout ailleurs à l'Est et au Nord-Ouest, le contact, subvertical, entre le Flysch gréseux et le Bétique (ou le « Pénibétique interne ») est de nature mécanique. Près du contact, le Bétique est brisé en écaillés étroites de quelques mètres dans lesquelles s'observent des schistes noirs, des dolomies, des poudingues quartzeux, le Permo-Trias rouge classique, et même très localement des calcaires dolomitiques dont le faciès fait penser à du Lias.

Mis à part les assises principalement marneuses de la base, décrites ci-dessus, le Flysch gréseux d'Estepona est formé typiquement de marnes gris clair, à cassure conchoïdale, un peu micacées, ou d'argilites feuilletées gris foncé, avec de nombreuses intercalations lenticulaires de grès quartzeux grossiers, généralement calcaireux, micacés et arkosiques. Vers le sommet (?) de la formation se rencontrent d'abondantes radiolarites schisteuses. Cet ensemble, relativement pauvre en microfaunes, appartient également à l'Oligocène élevé. De plus, dans des grès calcaireux microbréchiques, nous avons observé une microfaune qui, selon le Dr Drooger, serait en partie remaniée et dont les éléments les plus récents (*Miogypsina* sp. et *Miogypsinoides* sp.) indiquent un âge miocène inférieur.

Le faciès reste homogène dans toute la région d'Estepona, bien que les grès puissent se développer largement en certains endroits (Las Mesas) au point que la confusion est possible avec les Grès de l'Aljibe.

Étroitement lié au Bétique de Malaga et à sa couverture calcaro-dolomitique jurassique, le Flysch gréseux est totalement absent sur le massif subbétique de Los Canutos qui supporte directement la première unité allochtone du « Flysch », l'unité d'Algésiras. Ceci pose implicitement le problème de la terminaison occidentale du Bétique de Malaga et de ses rapports avec le Subbétique. Ce problème n'a pu être encore résolu dans cette région.

3. L'UNITÉ D'ALGÉSIRAS. — Le Flysch oligocène, micacé, qui constitue l'essentiel de cette unité, est mal représenté à l'Est de l'anticlinal de Los Canutos. A l'Ouest au contraire, jusqu'au Rio Hozgarganta, il affleure sur de grandes surfaces.

Il montre typiquement une alternance infiniment répétée, sur une épaisseur totale de l'ordre d'un millier de mètres, de marnes gris clair et de bancs de grès calcaire. Les bancs ont généralement une épaisseur de 5 à 15 cm. La muscovite détritique est toujours abondante. Par places, le faciès marneux se développe seul, tandis qu'ailleurs des grès grossiers apparaissent. Quelques bancs de calcaires microbréchiques sont visibles de place en place.

Daté en de nombreux points par des Lépidocyclines, ce Flysch grésomiacacé est essentiellement oligocène. Cependant cette unité comporte des termes stratigraphiques inférieurs. L'Éocène présente un faciès très voisin avec des teintes roses à rouges plus prononcées et de fréquents bancs de microbrèches à Nummulites et Orthophragmines. A Los Getares, près d'Algésiras, nous avons pu individualiser un Paléocène probable formé de calcaires zoogènes interstratifiés dans des marnes rouges ; ils renferment *Globorotalia* sp. et *Distichoplax biserialis* DIETRICH. La base de la formation semble se situer dans le Sénonien l. s. représenté par une série marno-microbréchique à prismes d'Inocérames et à *Globotruncana* sp., visible sur la route d'Algésiras à Tarifa (El Bujeo).

L'unité d'Algésiras donne lieu à une topographie de collines molles couvertes de cultures. Son extension est considérable : à l'E du Rio Genal, elle se superpose directement au Subbétique de Los Canutos, et plus à l'Est, elle surmonte le Flysch gréseux d'Estepona. Elle supporte d'autre part des paquets plus ou moins épars appartenant aux unités plus élevées : marnes et grès de l'unité de Camarote, série calcaire de l'unité d'Argüelles. A l'W du Rio Hozgarganta, les formations gréseuses de l'unité de l'Aljibe la recouvrent largement.

Dans la région d'Algésiras, une série marneuse particulière attribuée au Crétacé supérieur (et à l'Éocène inférieur ?) s'intercale entre le Subbétique du chaînon de Los Pastores et l'unité d'Algésiras. Elle semble se développer vers l'Ouest sous les Grès de l'Aljibe. S'agit-il d'un équivalent andalou du Sénonien marneux

2. Détermination de J. P. Chevalier.

3. Détermination de C. W. Drooger.

de la région de Tanger [Fallot, 1945] ? Il est encore trop tôt pour pouvoir l'affirmer.

L'unité d'Algésiras constitue la première grande unité allochtone du « Flysch ».

Ses termes les plus anciens (Crétacé supérieur et Éocène inférieur) sont représentés par des marnes et des calcaires détritiques en petits bancs. Elle se superpose au Subbétique (Los Pastores et Los Canutos) dont le Crétacé supérieur et l'Éocène inférieur possèdent des faciès différents, essentiellement marno-calcaires. Cependant nous n'avons pas encore individualisé de lambeaux de poussée évidents à la base de cette unité.

4. L'UNITÉ DE CAMAROTE. — Nous avons déjà par ailleurs [Didon et Durand Delga, 1959] signalé l'existence d'un « Flysch marno-gréseux » tithonique-néocomien dans les environs d'Estepona. Depuis, de nouveaux affleurements ont été découverts, nécessitant une nouvelle mise au point. Le petit affleurement de Camarote, situé sur la route côtière à 7 km au SW d'Estepona, nous avait servi de type ; d'accès très facile, il montre l'ensemble des faciès de cette formation, mais sans qu'une succession stratigraphique ait pu y être détaillée.

À la base de la série se trouvent des marnes schisteuses grises, roses, violacées ou verdâtres. Elles renferment des lits de calcaires pseudo-oolithiques ou graveleux, parfois microbréchiques, mais toujours plus ou moins détritiques. Des plaquettes de calcaire graveleux couvertes de débris d'*Aptychus* caractérisent cette formation, tandis que des bancs de grès quartzeux fins et verdâtres et de calcaire argileux apparaissent de façon sporadique. Une abondante microfaune de Calpionelles indique que cet ensemble comprend du Tithonique : *Calpionella alpina* LORENZ, *C. elliptica* CADISCH, *C. massutiniana* COLOM, *Stenosemellopsis hispanica* (COLOM), avec des Radiolaires *Sphaeroidea*, *Globochaete alpina* LOMBARD, *Stomiosphaera minutissima* (COLOM) et des Saccocomidae, et surtout du Berriasien : *Tintinnopsella* et *Calpionellopsis*, *Nannoconus* gr. *steinmanni* KAMPTNER accompagnant *Lamellaptychus angulocostatus* (PETERS), *L. subdidayi* TRAUTH, *L. mortilleti* (PICT. et LOR.), *Duvalia lata* (BLAINV.).

Puis, toujours dans le Néocomien, existe une épaisse série principalement gréseuse (200 à 300 m observables). C'est un véritable flysch. Les grès, en bancs de 2 à 5 m d'épaisseur, sont quartzeux, fins et homogènes, de teinte généralement verdâtre. Les interlits marneux contiennent des calcaires argileux à *Nannoconus* gr. *steinmanni* KAMPTNER.

Cette unité particulière est extrêmement morcelée. Outre les affleurements cités en 1959 dans la région d'Estepona, les grès (principalement) occupent de larges surfaces au SW et à l'W de Los Canutos où on les retrouve jusqu'au Rio Genal. À l'W de cette rivière, on n'observe plus de traces de [cette unité, sauf quelques grès fins et quartzeux près du littoral, à mi-chemin entre Guadiaro et San Roque (Llanos de la Horadada), et au N de la Sierra Almenara. Vers le Nord, le faciès marneux se développe largement au pied de la Sierra Crestellina, depuis Casares jusqu'au Rio Genal et probablement au-delà vers Gaucín.

L'unité de Camarote est une unité allochtone indépendante. Elle repose anormalement, soit sur le Flysch d'Estepona « autochtone », soit sur le Flysch grésomiacé allochtone de l'unité d'Algésiras. En outre, ses faciès présentent avec les calcaires et les marno-calcaires de même âge de la zone subbétique un hétéropisme marqué.

La base de l'unité de Camarote est jalonnée de façon très constante d'esquilles et de copeaux de diverses natures. Les uns, du Mésozoïque, ont des faciès connus dans le Subbétique : blocs de calcaires compacts, de calcaires dolomitiques ou de calcaires noduleux du Jurassique, de calcaires marneux du Néocomien ; d'autres, plus nombreux, d'âge tertiaire, possèdent des faciès voisins de ceux du « Flysch » de la région : calcaires paléocènes à *Microcodium*, marnes rouges à microbrèches calcaires de l'Éocène moyen et supérieur, calcaires microbréchiques à Lépidocyclines de l'Oligocène.

Mention particulière doit être faite des lambeaux calcaires situés au pied de la Sierra Crestellina, depuis la cote 340 jusqu'au Rio Genal (Arroyo de la Gitana). Il s'agit d'une étroite bande, apparemment continue, mais qui, dans le détail, se montre formée de blocs de nature assez diverse. Nous en donnerons ultérieurement une description plus détaillée. Il s'agirait d'éléments appartenant à la base stratigraphique de l'unité de Camarote arrachée par celle-ci lors de son décollement. Cette hypothèse, qui mérite d'être étayée solidement, implique un corollaire paléogéographique important : le bassin où s'est effectué le dépôt du Flysch s'est individualisé au Tithonique.

5. L'UNITÉ DE L'ALJIBE. — Les Grès de l'Aljibe représentent un faciès connu et bien individualisé du « Flysch gaditan ». C'est une puissante série de bancs de grès quartzeux grossiers ; les grains de quartz, faiblement usés, sont réunis par un ciment ferrugino-pélitique peu

abondant; les bancs, souvent épais de plusieurs mètres, alternent avec des lits argileux ou argilo-pélitiques. On retrouve ce faciès dans le Rif septentrional : comme l'ont récemment montré M. Durand Delga et M. Mattauer [1959 c], il s'agit du faciès « numidien » d'Algérie septentrionale. L'âge en est pour l'instant mal connu en Andalousie; c'est à l'Oligocène que l'on rapporte classiquement [Gavala, 1924-1926] cette formation.

Généralement les bancs de grès, fort inclinés (pendages moyens de 30 à 45°), reposent par la tranche sur les formations inférieures, une surface plus ou moins horizontale les séparant. Des marnes à microbrèches, sénoniennes ou éocènes, les séparent le plus souvent de l'unité d'Algésiras.

A l'Ouest d'une ligne reliant El Colmenar (Gaucin), Jimena de la Frontera, El Castellar et Algésiras, les Grès de l'Aljibe, qui couvrent

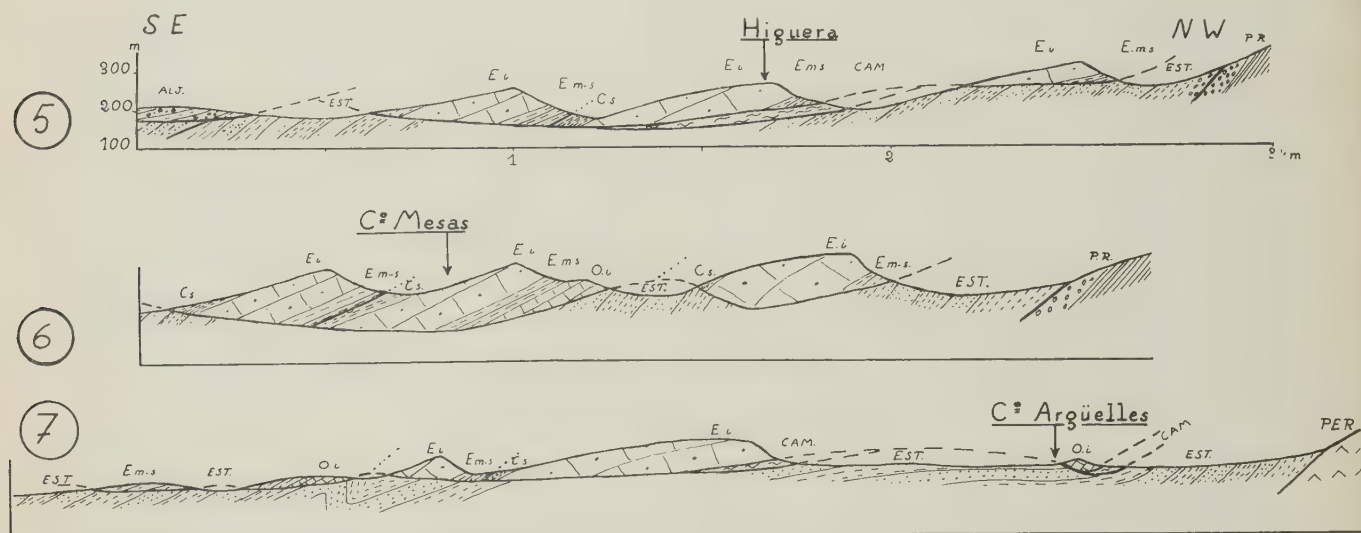


FIG. 3. — Coupes stratigraphiques et tectoniques de l'unité du Cortijo de Argüelles.

Bétique de Malaga (PER. : péridotites; PR : Paléozoïque); EST. : Flysch gréseux oligocène supérieur-miocène d'Estepona; ALG. : unité d'Algésiras; CAM. : unité de Camarote. Unité du Cortijo de Argüelles (C. s. : marnes et microbrèches du Crétacé supérieur; E. i. : calcaires à *Microcodium* de l'Éocène inférieur; E. m. s. : marnes, microbrèches et conglomérats de l'Éocène moyen-supérieur; O. i. : calcaires à *Lépidocyclines* de l'Oligocène) — ALJ. : unité des Grès de l'Aljibe.

Les numéros des coupes se reportent à ceux de la fig. 1.

une superficie considérable, déterminent le relief accidenté de montagnes couvertes de chênes-liège, si typique de cette formation. Au Sud-Est, les massifs sont beaucoup plus épars : Sierra Carbonera, C^o de Gijo Alto, S^a Almenara et Loma del Negro. Quelques témoins rattachables à cette unité semblent encore exister dans la région d'Estepona.

Les Grès de l'Aljibe constituent la dernière grande unité allochtone du « Flysch gaditan ».

6. L'UNITÉ D'ARGÜELLES ET LES LAMBEAUX SÉNONO-ÉOCÈNES. — Entre Estepona et Casares, non loin du massif de péridotites de la Sierra Bermeja, se trouvent de petites collines calcaires particulières. Comme l'a montré M. Blumenthal [1931-1933 et 1934 a], les calcaires

appartiennent au Tertiaire. Intercalés dans des séries marneuses et mis en relief, ils forment les principaux sommets des environs du C^o de Argüelles. La morphologie traduit bien la structure qui, chose rare dans la zone du « Flysch », se lit bien.

La série de l'unité d'Argüelles est globalement la suivante de haut en bas.

5) Calcaires en dalles à interlits marneux minces. La microfaune, très abondante, caractérise l'Oligocène inf. et moy. : *Lépidocyclines*, *Nummulites*, *Amphistégines*, *Operculines*, *Milioles*, *Rotalidés*, etc.

4) Marnes roses avec bancs de calcaires microbréchiques à *Nummulites*, *Discocyclina* sp., *Actinocyclina radians* (d'ARCH.)⁴.

4. Déterminations de M^{me} Neumann.

3) Marnes blanches avec calcaires microbréchiqes et conglomérats à galets de calcaires jurassiques et silex ; *Nummulites* gr. *aturicus* JOLY et LEYM., *Operculina* sp., *Assilina exponens* (SOW.), *A. mamillata* (D'ARCH.), *Discocyclina* cf. *sella* (D'ARCH.), *D. scalaris* (SCHLUMB.), *D. sp.*, *Asterodiscus* sp.⁴. C'est l'Éocène moyen.

2) Calcaires légèrement gréseux, formés essentiellement de débris dilacérés de *Microcodium*. Microfaune souvent peu caractéristique d'Arenacés et de Miliolidés ; quelques *Globorotalia* sp. et *Distichoplax biserialis* DIERTRICH indiqueraient l'Éocène inférieur. Cependant la base appartient au Sénonien (quelques *Globotruncana* et prismes d'Inocérames).

1) Série marneuse généralement blanche et rose, à plaquettes bourrées de *Globotruncana*, et à microbrèches, mais pouvant être ailleurs de teinte sombre, avec bancs de calcaires gréseux (faciès présentant une tendance marquée vers la réalisation d'un flysch). Les marnes blanches du C^o de Argüelles ont été rapportées par J. Magné au Maestrichtien grâce à une microfaune riche, contenant *Globotruncana stuartiformis* DALB., *Gl. stuarti* (DE LAPP.), *Gl. fornicata* PLUMMER, *Gl. gr. arca* (CUSH.), *Ventilabrella* cf. *eggeri* CUSH., *Gumbelina plummerae* LOETTERLÉ, etc.

Nulle part dans toute cette série, sauf localement dans le Sénonien, il n'y a de vrai faciès flysch. Quelques épisodes détritiques marquent le Crétacé supérieur et surtout l'Éocène moyen où le conglomérat lutétien est très constant. L'Oligocène est remarquable : entièrement calcaire, il contraste curieusement avec les vrais faciès flysch de l'unité d'Algésiras et de l'unité de l'Aljibe.

Les petits massifs du C^o de Argüelles présentent deux traits tectoniques remarquables :

— la série y est toujours renversée ; nous trouvons généralement la succession suivante, de bas en haut : calcaires oligocènes, marnes et conglomérats éocènes, calcaires à *Microcodium*.

— tout ou partie de la série peut se répéter par suite d'un écaillage secondaire. L'ensemble a ainsi une structure grossièrement monoclinale, avec pendage sud. Généralement cet écaillage n'affecte que cette seule unité ; cependant selon la transversale du C^o de Argüelles et de l'A^o Vaquero, le Flysch gréseux d'Estepona « autochtone », sous-jacent, semble y participer.

L'unité d'Argüelles présente tous les caractères d'une unité allochtone indépendante. Elle repose, soit sur le Flysch gréseux d'Estepona, soit sur des éléments très réduits de l'unité de Camarote, et localement sur le Flysch grésomiacé de l'unité d'Algésiras. La base de cette unité est jalonnée d'un coussinet de marnes du Crétacé supérieur et de l'Éocène.

Ainsi limitée, l'unité d'Argüelles est d'extension réduite. On peut cependant y relier un certain nombre de témoins situés plus au Nord-Ouest.

A l'W de Casares, les sommets de Los Pelliscos sont constitués de calcaires à *Microcodium* auxquels sont associés des marnes et des conglomérats de l'Éocène moyen, ainsi qu'un peu de Crétacé supérieur. Cette série s'étend plus au Sud de façon discontinue jusqu'à Los Llanos où des calcaires nummulitiques [Robaux, 1935 b] qui lui appartiennent enveloppent l'extrémité méridionale de l'anticlinal de Los Canutos.

On rencontre aussi au S du Cerro Gordo, soit au-dessus de l'Oligocène grésomiacé de l'unité d'Algésiras, soit sous les grès de l'unité de l'Aljibe, des lames de terrains possédant les faciès connus dans l'unité d'Argüelles : marnes contenant des microbrèches et des calcaires à *Microcodium*. Cependant les affleurements, discontinus, ne comportent pas les calcaires à Lépidocyclines.

Les bancs de grès de la Sierra Almenara (unité de l'Aljibe), très redressés, reposent par la tranche sur l'Oligocène grésomiacé de l'unité d'Algésiras par l'intermédiaire d'une série marneuse rouge contenant des lits de calcaires microbréchiqes à Nummulites et Orthophragmines, ainsi que des conglomérats à grandes Nummulites, puis plus bas, des calcaires à *Microcodium* et des microbrèches à prismes d'Inocérames. L'ensemble forme ainsi un coussinet important, épais de 150 m environ. Latéralement vers l'Ouest (route de Guadiaro à El Castellar), seul le coussinet de base marneux affleure au-dessus du Flysch grésomiacé. Les mêmes faciès se retrouvent dans de nombreux lambeaux épars au S du Cerro Gordo.

Au pied de El Castellar, l'importante masse des Grès de l'Aljibe repose de la même manière sur une série marneuse de l'Éocène de même type. La disposition est toujours la même plus au Nord, à la Barcilla, où s'adjoignent aux marnes des calcaires à *Microcodium* (Alcachofar).

Les quelques observations que nous avons faites laissent prévoir la très grande généralité de cette disposition.

Les lambeaux de Nummulitique jalonnant la base de l'unité de Camarote sont de même faciès, mais les calcaires à Lépidocyclines s'y ajoutent. A l'W de Manilva, les lambeaux qui séparent cette unité de celle d'Algésiras couvrent une superficie considérable. Mais plus au Nord, il est impossible de les séparer cartographiquement des calcaires éocènes et oligocènes de Los Llanos. Plusieurs interprétations peuvent être formulées :

1) ces lambeaux appartiennent à une unité

tectonique indépendante, superposée à l'unité d'Algésiras. Son matériel plastique aurait été laminé par les deux autres unités (unité de Camarote, unité de l'Aljibe). Il faut alors distinguer et séparer le cas des collines du C^o de Argüelles où la série marno-calcaire surmonte l'unité de Camarote.

2) ils représenteraient un élément appartenant à la série stratigraphique de l'unité d'Algésiras ; cependant, outre la remarque précédente, il faut noter que l'Éocène de cette unité présente, dans les environs d'Algésiras, un faciès légèrement différent de celui de ces lambeaux.

3) ce seraient des copeaux d'origine relativement proche, arrachés par les deux unités supérieures au cours de leur déplacement.

CONCLUSIONS : RAPPORTS DU « FLYSCH » AVEC LES UNITÉS BÉTIQUES ET SUBBÉTIQUES. ORIGINE DU « FLYSCH ». — Nos recherches préliminaires sur le « Flysch gaditan » nous ont permis d'individualiser, au-dessus d'un flysch autochtone ou parautochtone reposant sur le Paléozoïque de Malaga, trois grandes unités allochtones : l'unité d'Algésiras, l'unité de Camarote, l'unité de l'Aljibe avec la possibilité d'une quatrième unité, réduite et laminée.

L'origine de tout ce matériel allochtone est à rechercher vers le Sud-Est, c'est-à-dire sous l'actuelle Méditerranée. Cette origine est « ultrabétique » : les nappes du « Flysch », unités les plus élevées structuralement des chaînes bétiques, ont subi un déplacement considérable. Cette hypothèse s'appuie sur l'observation du « Flysch » dans la région d'Estepona ; là, ces unités s'étendent largement sur le Paléozoïque de la nappe de Malaga. Les chevauchements du Paléozoïque bétique et du Mésozoïque de sa couverture (« Pénibétique interne ») sur le « Flysch » apparaissent (tout au moins au S de

Gaucin) comme étant tardifs et de peu d'importance.

Unité d'Algésiras et unité de Camarote se complètent stratigraphiquement l'une l'autre. Bien que leurs faciès soient notablement différents, toutes deux présentent de vrais flyschs. L'unité de Camarote montre que le bassin du « Flysch » s'est individualisé au Tithonique.

Les Grès de l'Aljibe sont d'âge probablement oligocène, donc contemporains d'une grande partie du flysch grésomiacé. La position structurale indépendante de cette unité s'accorde mal avec l'hypothèse qui en ferait la fin de la sédimentation flysch dans le même bassin. L'origine de cette unité est vraisemblablement plus lointaine.

Par contre l'unité d'Argüelles, par ses caractères sédimentologiques, ne paraît pas avoir une origine aussi lointaine. Comme pour les lambeaux situés à la base de l'unité de l'Aljibe, on peut penser que son matériel a été arraché par cette unité au cours de son déplacement.

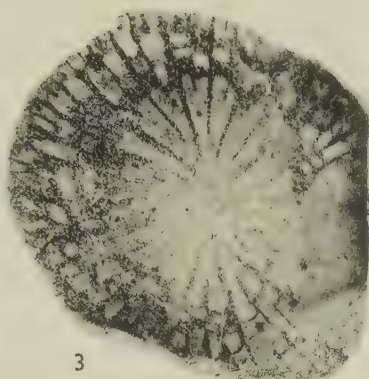
Le schéma tectonique et paléogéographique que nous proposons (nous ne mentionnons pas ici des unités plus occidentales qui paraissent devoir s'individualiser, mais que nous n'avons pas encore étudiées) pour la zone du « Flysch gaditan » présente de grandes analogies avec celui qui a été récemment proposé par M. Durand Delga et M. Mattauer dans le Rif septentrional. L'unité d'Algésiras est l'homologue de l'« unité des Beni-Ider », tandis que l'« unité numidienne » du Rif se retrouve dans les Grès de l'Aljibe. De la nappe du J. Tisirhen (Malm à Crétacé moyen), nous ne connaissons par contre en Espagne que les termes inférieurs du Tithonique et du Berriasien de l'unité de Camarote. Nous soulignerons enfin que le flysch gréseux « autochtone » d'Estepona et l'unité d'Argüelles paraissent particuliers à l'Andalousie.

Bibliographie.

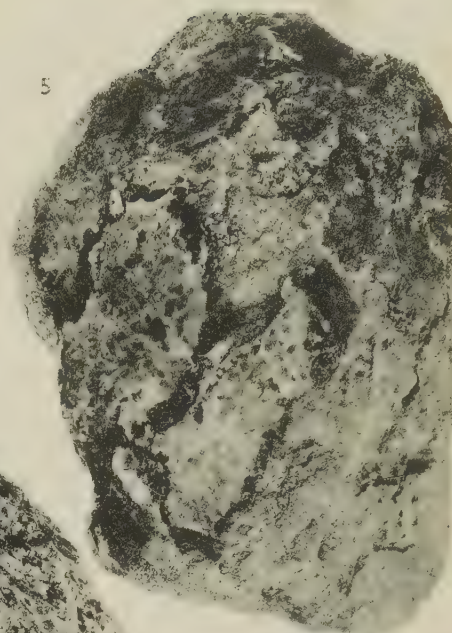
- BLUMENTHAL M. (1931-1933). — Das Westende des Betikums nördlich dem « Campo de Gibraltar ». *Géologie Méditerranée occidentale*, vol. IV, n° 2, Barcelone. Part. I, 1931 ; part. II, 1933.
- (1934 a). — Remarques sur la stratigraphie du Recoïn de Flysch d'Estepona. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 226-228.
- (1934 b). — La direction subméridienne dans le bord occidental du Recoïn d'Estepona. *Ibid.*, p. 246-248.
- CHAUVE P. (1960). — Étude de quelques affleurements jurassiques de la région d'Alcalá de los Gazules (prov. de Cadix, Espagne). *B. S. G. F.*, (7), II, p. 345-351, 4 fig.
- DIDON J. et DURAND DELGA M. (1959). — Existence d'un Flysch marno-gréseux du Tithonique-Néocomien au Nord de Gibraltar (Espagne méridionale). *C. R. Ac. Sc.*, t. 248, p. 2779-2781.
- DIDON J., DURAND DELGA M., FONTBOTÉ J. M., MAGNÉ J. et PEYRE Y. (1960). — El Oligoceno superior de la Bética de Málaga. *Notas y Com. Inst. geol. y min. España* (à l'impression).
- DURAND DELGA M. et MATTAUER M. (1959 a). — Les unités structurales internes de la « zone marno-schisteuse » du Rif septentrional. *C. R. Ac. Sc.*, t. 248, p. 2364-2366.
- (1959 b). — Les unités structurales externes de la « zone marno-schisteuse » du Rif septentrional. *Ibid.*, t. 248, p. 2499-2501.
- (1959 c). — Existence dans le Rif septentrional d'une nappe supérieure à matériel « numidien » (nappe du J. Sougna). *C. R. somm. S. G. F.*, p. 225-227.
- FALLOT P. (1931). — Essais sur la répartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des Alpides espagnoles. *Géologie Méditerranée occidentale*, vol. IV, n° 1, part. II.
- (1937). — Essai sur la géologie du Rif septentrional. *Notes et Mém. Serv. Carte géol. Maroc*, n° 40.
- (1952). — Sur la partie occidentale de la zone marno-schisteuse du Rif espagnol. *VII^e Conv. naz. Metano e Petroleo*, Palerme, ser. 1.
- (1945). — Le problème de Gibraltar. *C. R. Ac. Sc.*, t. 220, p. 611-613.
- FALLOT P. et DONCIEUX L. (1937). — Nuevas observaciones sobre el Flysch del Rif septentrional. *Bol. Inst. geol. y min. España*, 3^e ser., t. XIV, p. 16-198.
- FALLOT P. et MARIN A. (1937). — La Cordillera del Rif. *Mem. Inst. geol. y min. España*.
- GAVALA Y LABORDE J. (1924). — Mapa geológico de la provincia de Cadiz.
- (1926). — Détroit de Gibraltar. Livret-guide XIV^e Congrès géologique intern., Madrid.
- GENTIL L. (1918 a). — Sur l'existence de grandes nappes de recouvrement dans la province de Cadix (Espagne méridionale). *C. R. Ac. Sc.*, t. 166, p. 1008-1010.
- (1918 b). — Sur l'extension en Andalousie des nappes de recouvrements de la province de Cadix (Espagne méridionale). *Ibid.*, t. 167, p. 83-85.
- MARIN A., BLUMENTHAL M. et FALLOT P. (1930). — Comparaison stratigraphique entre l'extrémité occidentale des zones bétique et pénibétique d'Andalousie, et le Nord de l'arc rifain. *Ibid.*, t. 191, p. 144-146.
- ROBAUX A. (1935 a). — Sur la présence du Crétacé supérieur à la base de la série du Flysch du Sud de la province de Cadix. *Ibid.*, t. 200, p. 478-480.
- (1935 b). — Sur l'existence de l'Éocène supérieur et de l'Oligocène dans la série du Flysch du Sud de la province de Cadix. *Ibid.*, t. 200, p. 685-687.
- (1935 c). — Extension des formations du Crétacé supérieur, de l'Éocène et de l'Oligocène de la série du Flysch du Sud de la province de Cadix. *Ibid.*, t. 200, p. 955-958.
- SCHMIDT M. (1929). — Neue Funde in der Iberisch-Balearischen Trias. *Sitzungsber. preuss. Ak. Wissensch.*, Phys.-Math. Kl., Bd XXV.
- (1930). — Weitere Studien in der Iberisch-Balearischen Trias. *Ibid.*, Bd XXVI.



1



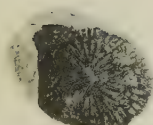
3



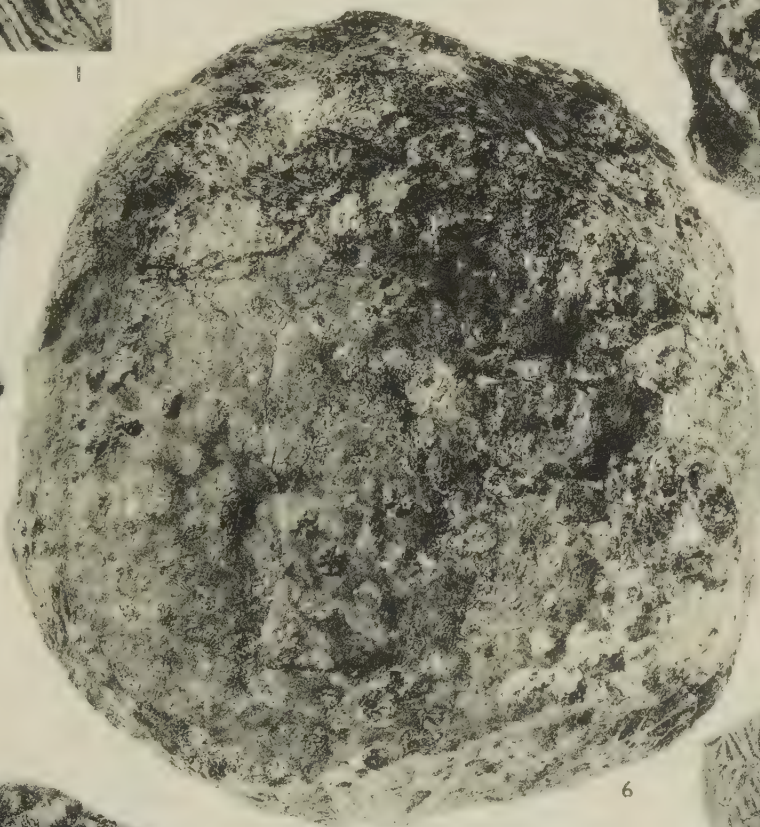
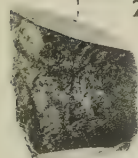
5



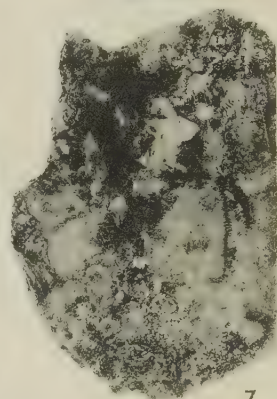
4



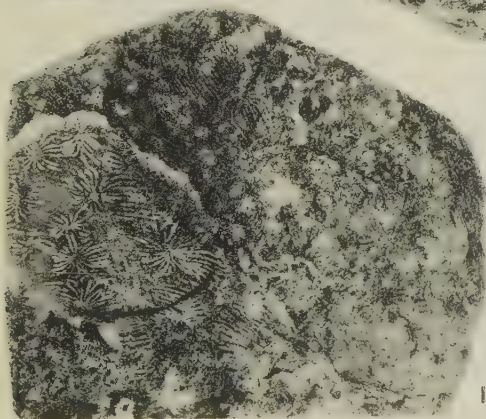
2



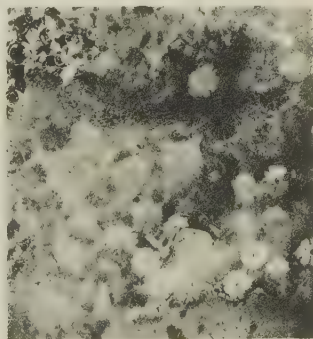
6



7



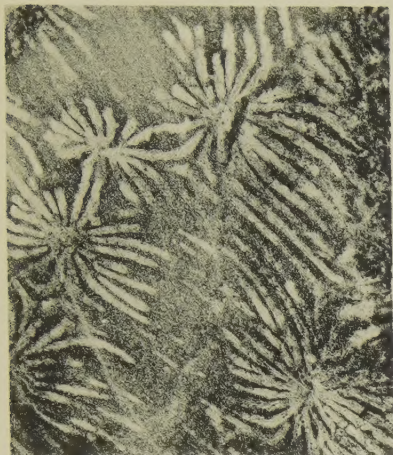
10



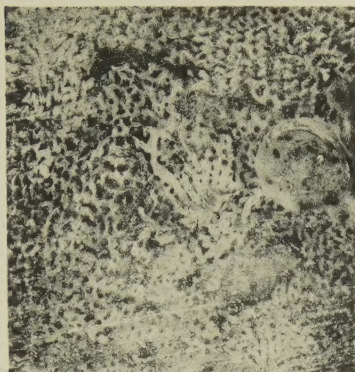
9



8



1



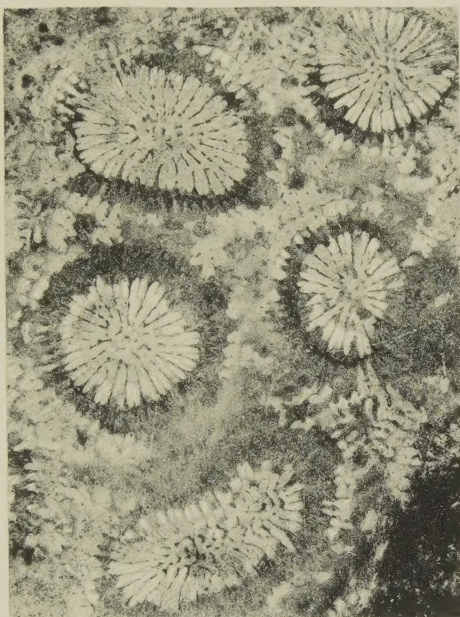
2



3



4



5

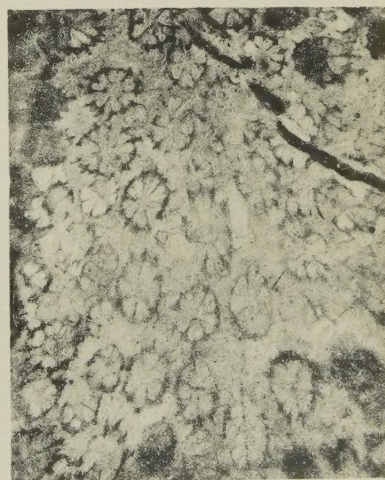


6

7



8



9

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Publications.

BULLETIN SIGNALÉTIQUE DU C. N. R. S.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE MENSUEL SPÉCIALISÉ
SIGNALANT PAR DE COURTS EXTRAITS CLASSÉS PAR MATIÈRE
TOUS LES TRAVAUX PUBLIÉS DANS LE MONDE.

Fasc. 10. Sciences de la terre I. Minéralogie, Géochimie, Pétrographie.

Abonnement : France : 20 NF. — Étranger : 25 NF.

Fasc. 11. Sciences de la terre II. Physique du globe, Géologie, Paléontologie.

Abonnement : France : 40 NF. — Étranger : 45 NF.

Abonnement et Vente au Centre de Documentation du C. N. R. S., 13, quai Anatole-France, Paris, 7^e.

LEXIQUE STRATIGRAPHIQUE INTERNATIONAL

L'ensemble du lexique comprendra 14000 p. environ et sera divisé en 6 vol. : Europe, U. R. S. S.,
Asie, Afrique, Amérique latine, Océanie.

Souscription ouverte au Service des Publications du C. N. R. S., 13, quai Anatole-France, Paris, 7^e.

ANNALES DE GÉOPHYSIQUE

REVUE INTERNATIONALE TRIMESTRIELLE

Taux d'abonnement : 30 NF.

Abonnement et Vente au Service des publications du C. N. R. S., 13, quai Anatole-France, Paris, 7^e.

NOTES BIOSPÉOLOGIQUES

2 FASCICULES PAR AN

Taux d'abonnement : France, 7 NF. — Étranger, 10 NF.

GROUPE FRANÇAIS DES ARGILES

Comptes rendus annuels des réunions d'études, t. X (1958) 10 NF.

Vente au Service des publications du C. N. R. S.

TABLE DES MATIÈRES

TOME II, N° 3

	Pages
<i>M. Durand Delga.</i> — Introduction à la séance sur les Cordillères bétiques.....	263
<i>B. Escandell et G. Colom.</i> — Sur l'existence de diverses phases de plissements alpins dans l'île de Majorque (Baléares) (3 fig.).....	267
<i>B. Garcia-Rodrigo.</i> — Sur la structure du Nord de la province d'Alicante (Espagne) (2 fig.)	273
<i>R. Busnardo et M. Durand Delga.</i> — Données nouvelles sur le Jurassique et le Crétacé inférieur dans l'Est des Cordillères bétiques (régions d'Alcoy et d'Alicante (4 fig.).	278
<i>J. Alloiteau.</i> — Madréporaires du Portlandien de la Querola près d'Alcoy (Espagne) (2 pl.).....	288
<i>G. Astre.</i> — <i>Monnieria</i> dans le Tithonique récifal de l'Est des Cordillères bétiques....	300
<i>M. Durand Delga et J. Magné.</i> — Une coupe du Tertiaire prébétique de Benitachell (prov. d'Alicante, Espagne).....	302
<i>S. Duplaix et P. Fallot.</i> — Les « konglomeratisme Mergel » des Cordillères bétiques (3 fig.).....	308
<i>A. Foucault.</i> — Sur la tectonique de la zone subbétique de la région de Iluescar (prov. de Grenade, Espagne) et sur son Nummulitique (2 fig.).....	318
<i>A. Linares.</i> — Données micropaléontologiques sur les environs de Domingo-Pérez (chaîne subbétique, prov. de Grenade, Espagne).....	322
<i>R. Busnardo.</i> — Aperçu sur le Prébétique de la région de Jaén (Andalousie, Espagne) (2 fig.).....	326
<i>G. Dubar, N. et Y. Peyre.</i> — Observations nouvelles sur le Jurassique inférieur et moyen dans les Cordillères bétiques sur la transversale de Malaga (Andalousie, Espagne) (1 fig.).....	330
<i>J. Azéma.</i> — Sur la structure du Secondaire et du Nummulitique des environs de Malaga (Espagne) (3 fig.).....	340
<i>P. Chauve.</i> — Étude de quelques affleurements jurassiques de la région d'Alcalá de los Gazules (prov. de Cadix) (3 fig.).....	345
<i>J. Didon.</i> — Le Flysch gaditan au Nord et au Nord-Est d'Algésiras (prov. de Cadix, Espagne) (3 fig.).....	352

La gérante de la Soc. géol. : M. ODIER.